

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**“FENOLOGÍA Y COMPORTAMIENTO  
PRODUCTIVO DEL FRIJOL LOCTAO (*Vigna radiata*  
(L) R. Wilczek) BAJO EFECTOS DE DENSIDADES DE  
SIEMBRA. VALLE DEL MEDIO PIURA. 2018”**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR:**

**Br. CRISTHIAN ARTURO SANDOVAL SANDOVAL**

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO  
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

**PIURA – PERÚ  
2018**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**“FENOLOGÍA Y COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DEL  
FRIJOL LOCTAO (*Vigna radiata* (L) R. Wilczek) BAJO  
EFECTOS DE DENSIDADES DE SIEMBRA. VALLE DEL  
MEDIO PIURA. 2018”**

**TESIS**

**PRESENTADA A LA FACULTAD DE AGRONOMÍA PARA  
OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO**

**ING. VÍCTOR R. TÚLLUME CAPUÑAY MBA.  
ASESOR**

**Br. CRISTHIAN ARTURO SANDOVAL SANDOVAL  
TESISTA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO  
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

**PIURA – PERÚ  
2018**

## **DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE LA TESIS**

Yo: **Br. CRISTHIAN ARTURO SANDOVAL SANDOVAL**, identificado con DNI N° 47068198, Bachiller de la Escuela Profesional de Agronomía, de la Facultad de Agronomía y domiciliado en Jr. San Francisco N° 391 - Catacaos, Provincia de Piura, Departamento de Piura.

Celular: 930359962

Correo: leonarturo\_18@hotmail.com

**DECLARO BAJO JURAMENTO:** que la tesis que presento es auténtica e inédita, no siendo copia parcial ni total de una tesis desarrollada y/o realizada en el Perú o en el extranjero, en caso contrario de resultar falsa la información que proporciono, me sujeto a los alcances de lo establecido en el Art. N° 411, del código penal concordante con el Art. 32 de la ley N° 27444, y ley del Procedimiento Administrativo General y las Normas Legales de Protección a los Derechos de Autor.

En fé de lo cual firmo la presente.

Piura, Agosto del 2018.

.....

DNI N° 47068198



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**



**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**

**“FENOLOGÍA Y COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DEL  
FRIJOL LOCTAO (*Vigna radiata* (L) R. Wilczek) BAJO  
EFECTOS DE DENSIDADES DE SIEMBRA. VALLE DEL  
MEDIO PIURA. 2018”**


**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO**

**Br. CRISTHIAN ARTURO SANDOVAL SANDOVAL**

**APROBADO POR:**

  
\_\_\_\_\_  
**Dr. JUAN G. ADANAQUÉ ZAPATA**  
**PRESIDENTE**

  
\_\_\_\_\_  
**ING. CARLOS E. SAN MARTÍN ZAPATA MSc.**  
**VOCAL**

  
\_\_\_\_\_  
**ING. ANA MARIA MONTERO SALAZAR**  
**SECRETARIO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO  
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

**PIURA – PERÚ  
2018**





UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA  
UNIDAD DE INVESTIGACION  
FACULTAD DE AGRONOMÍA





ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS  
057-2018-UIFA-UNP

Los miembros del jurado calificador que suscriben, congregados para estudiar el Trabajo de Tesis denominado "FENOLOGÍA Y COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DEL FRIJOL LOCTAO (*Vigna radiata* (L) R. Wilczek) BAJO EFECTOS DE DENSIDADES DE SIEMBRA. VALLE DEL MEDIO PIURA. 2018", conducido por el BR. CRISTHIAN ARTURO SANDOVAL SANDOVAL, asesorado por el Ing. Víctor R. Túllume Capuñay MBA.

Luego de oídas las observaciones y respuestas a las preguntas formuladas, lo declaran APROBADO....., en consecuencia queda en condiciones de ser calificado APTO para gestionar ante el Consejo Universitario de la Universidad Nacional de Piura, el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo de conformidad con lo estipulado en el artículo N° 171, inciso 2° del Estatuto General de la Universidad Nacional de Piura.

Piura, 26 de Julio del 2018.

  
Dr. Juan G. Adanaqué Zapata  
Presidente

  
Ing. Carlos E. San Martín Zapata MSc  
Vocal

  
Ing. Ana María Montero Salazar  
Secretario

## **DEDICATORIA**

Esta Tesis se la dedico a **DIOS** por darme salud y las fuerzas necesarias para vencer todo obstáculo en mi carrera universitaria

A mi madre: Bertha Sandoval y a mi tío Nicolás Sandoval, que con su esfuerzo y trabajo me dieron su apoyo incondicional en cada momento de mi vida. A mi madre querida por quererme mucho y depositar su confianza y amor en mí, dejándome tomar mis propias decisiones, por tus consejos, tus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por tu amor.

A las personas que forman parte de mi vida, mi abuelito (Q.E.P.D) José Nicolás Sandoval, A mis tías: Nelly Sandoval y Maruja Sandoval, que siempre estuvieron pendiente de mi desarrollo personal y profesional a las que agradezco su apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida.

A mi esposa Milican Rojas, y mi hija Ariana Michell, que estuvieron conmigo durante la carrera universitaria demostrándome su cariño y lealtad.

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias de corazón a todos los ingenieros que compartieron sus conocimientos para hacer de esta persona un profesional competitivo.

A mi asesor **Víctor Raúl Túllume Capuñay**, por todos los conocimientos impartidos, por las anécdotas y amistad brindada, por confiar en mí y animarme a superarme constantemente, sin su apoyo no hubiera sido fácil la culminación de esta tesis.

A los señores miembros del Jurado calificador por sus aportes en el enriquecimiento del presente trabajo y a todos mis profesores de quienes siempre guardaré un grato recuerdo por sus enseñanzas y amistad que me brindaron.

Gracias a todos por vuestro apoyo respaldo y gran aprecio a lo largo de estos años

# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	01
<b>CAPÍTULO I: ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA .....</b>	<b>03</b>
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	03
1.2. Formulación del problema de la investigación.....	03
1.2.1 Problema General.....	03
1.2.2 Problemas Específicos.....	04
1.3. Justificación e importancia de la investigación.....	04
1.4. Objetivos.....	04
1.4.1 Objetivo general.....	04
1.4.2 Objetivos específicos.....	05
1.5. Delimitación de la investigación.....	05
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>07</b>
2.1. Antecedentes de la investigación.....	07
2.2. Bases teóricas.....	18
2.3. Glosario de términos básicos.....	22
2.4. Hipótesis.....	23
2.4.1 Hipótesis General.....	23
2.4.2 Hipótesis Específicas.....	23
<b>CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>24</b>
3.1. Enfoque.....	24
3.2. Diseño.....	24
3.3. Nivel y tipo.....	24
3.4. Sujetos de la investigación: Universo, población, muestra .....	24
3.5. Métodos y procedimientos.....	25
3.5.1. Análisis físico-químico del suelo.....	25
3.5.2. Observaciones climáticas.....	25



3.5.3. Factores en estudio.....	25
3.5.4. Tratamientos en estudios.....	26
3.5.5. Diseño y análisis estadístico.....	27
3.5.6 Materiales y equipos.....	27
3.5.7. Conducción del experimento.....	27
3.5.8. Observaciones experimentales.....	29
3.5.9. Análisis económico.....	31
3.6 Técnicas e instrumentos.....	31
3.7 Características del campo experimental.....	32
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>33</b>
4.1. Análisis físico-químico del suelo experimental.....	33
4.2. Condiciones climatológicas.....	35
4.3. Evaluación de la fenología del frijol loctao.....	37
4.4. Rendimiento de grano (Kg /ha.).....	40
4.5. Número de vainas por planta.....	45
4.6. Número de granos por vaina.....	50
4.7. Peso de 100 granos (g.).....	52
4.8. Altura de planta (cms.).....	56
4.9. Área foliar por planta (dm <sup>2</sup> ) .....	59
4.10. Número de nódulos por planta.....	66
4.11. Días al inicio de floración y periodo vegetativo.....	63
4.11. Análisis económico.....	67
<b>CAPÍTULO V CONCLUSIONES.....</b>	<b>70</b>
<b>CAPÍTULO VI RECOMENDACIONES.....</b>	<b>71</b>
<b>CAPÍTULO VII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>72</b>
<b>ANEXO .....</b>	<b>78</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

N°		Pág.
3.1	Determinaciones del análisis físico-químico del suelo experimental.....	25
3.2	Factores en estudio.....	26
3.3	Tratamientos en estudio.....	26
4.1	Resultados del análisis físico – químico del suelo del campo Experimental.....	34
4.2	Datos climatológicos promedios mensuales durante ejecución del experimento. Piura 2017.....	36
4.3	Análisis de varianza para el Rendimiento de grano (Kg. /área cosechable: 6 x 1.60: 9.60 m <sup>2</sup> ) .....	42
4.4	Prueba de Duncan 0.05 de probabilidad para los efectos principales: Distancia entre golpes y Número de plantas por golpe e interacción sobre el Rendimiento de grano (kg/ha.) .....	43
4.5	Análisis de varianza para Número de vainas por planta.....	47
4.6	Prueba de Duncan 0.05 de probabilidad para los efectos principales: Distancia entre golpes y Número de plantas por golpe e Interacción sobre el Número de vainas por planta.....	47
4.7	Análisis de varianza para Número de granos por vaina.....	51
4.8	Prueba de Duncan 0.05 de probabilidad para los efectos principales: Distancia entre golpes y Número de plantas por golpe e Interacción sobre el Número de granos por vaina.....	51
4.9	Análisis de varianza para Peso de 100 granos (g.).....	54
4.10	Prueba de Duncan 0.05 de probabilidad para los efectos principales: Distancia entre golpes y Número de plantas por golpe e interacción sobre el Peso de 100 granos (g.).....	54
4.11	Análisis de varianza para Altura de planta (cms.).....	57

4.12	Prueba de Duncan 0.05 de probabilidad para los efectos principales: Distancia entre golpes y Número de plantas por golpee Interacción sobre Altura de planta (cms).....	57
4.13	Análisis de varianza para Área foliar por planta (dm <sup>2</sup> ) .....	61
4.14	Prueba de Duncan 0.05 de probabilidad para los efectos principales: Distancia entre golpes y Número de plantas por golpe e interacción sobre el Área foliar por planta.....	61
4.15	Análisis de varianza para Número de nódulos por planta.....	65
4.16	Prueba de Duncan 0.05 de probabilidad para los efectos principales: Distancia entre golpes y Número de plantas por golpee interacción sobre el Número de nódulos por planta .....	65
4.17	Días al Inicio de floración y periodo vegetativo.....	66
4.18	Análisis económico.....	68
4.19	Costo de producción por hectárea.....	69

## ANEXO

01	Rendimiento de grano (kg/área cosechable) 1.6 m. x 6.0 m. = 9.60 m <sup>2</sup> .....	79
02	Rendimiento de grano (Kg/ha.).....	79
03	Número de vainas por planta .....	80
04	Número de granos por vaina.....	81
05	Peso de 100 granos (g.).....	82
06	Altura de planta (cm.) .....	83
07	Área foliar por planta (dm <sup>2</sup> ) .....	84
08	Número de nódulos por planta .....	85
09	Dimensiones de unidad experimental.....	86
10	Aleatorización y distribución de tratamientos.....	87

## ÍNDICE DE FIGURAS

N°		Pág.
4.1	Efecto principal Distancia entre golpes sobre el Rendimiento de grano (kg/ha).....	43
4.2	Efecto principal Número de plantas por golpe sobre el Rendimiento de grano (kg/ha).....	43
4.3	Efecto de las interacciones sobre el Rendimiento de grano (kg/ha).....	43
4.4	Efecto principal Distancia entre golpes sobre el Número de vainas por planta....	48
4.5	Efecto principal Número de plantas por golpe sobre el Número de vainas por planta.....	48
4.6	Efecto de las interacciones sobre el Número de vainas por planta.....	49
4.7	Efecto principal Numero de plantas por golpe sobre el Peso de 100 granos (g.)..	55
4.8	Efecto de las interacciones sobre el Peso de 100 granos (g.).....	55
4.9	Efecto principal Distancia entre golpes sobre Altura de planta (cm.).....	58
4.10	Efecto de las interacciones sobre Altura de planta (cms.).....	58
4.11	Efecto principal Distancia entre golpes sobre Área foliar por planta (dm <sup>2</sup> ).....	62
4.12	Efecto principal Número de plantas por golpe sobre Área foliar por planta (dm <sup>2</sup> )	62
4.13	Efecto de las interacciones sobre Área foliar por planta (dms <sup>2</sup> ).....	63

## ÍNDICE DE ANEXOS DE IMAGENES

Foto 01: Siembra de frijol loctao Var. Jumbo	88
Foto 02: Labor de Siembra	88
Foto 03: Emergencia del frijol loctao	88
Foto 04: Hojas contiledonales y hojas primaria	89
Foto 05: Hojas primarias del frijol loctao	89
Foto 06: Botoneo floral	90
Foto 06: Inicio de floración Frijol Loctao Vita Florida	90
Foto 07: Floración e inicio de fructificación Frijol Loctoa Motupe	90
Foto 08: Formación de vainas. Frijol Loctao Motupe	91
Foto 09: Fructificación completa. Frijol Loctao Vita Florida	91
Foto 10: Llenado de vainas e inicio de maduración	91
Foto 11: Evaluación de nódulos en sistema radicular	92
Foto 12: Maduración de vainas de frijol loctao	92
Foto 13: Vista de grano en vaina madura de frijol loctao	92
Foto 14: Secado de material cosechado de frijol loctao	93
Foto 15: Vaina y grano seco de frijol loctao	93
Foto 16: Grano cosechado	93
Foto 17: Campo cultivado	94
Foto 18: Frijol Locto var. Vita Florida	94
Foto 19: Frijol loctao Var. Motupe	94
Foto 20: Proceso de germinación y emergencia	95

## RESUMEN

Teniendo como objetivo general: Evaluar la fenología y comportamiento productivo del frijol Loctao (Vigna radiata (L.) R. Wielzck) bajo efecto de densidades de siembra. Valle del Medio Piura y como Objetivos específicos: 1. Establecer el distanciamiento entre golpes más apropiado para la siembra del frijol loctao. 2. Determinar el número de plantas por golpe adecuado para la siembra de frijol loctao. 3. Determinar la influencia de la interacción de los factores en estudio sobre el rendimiento y demás características morfoproductivas del frijol loctao. 4. Efectuar un análisis de la relación beneficio costo para los tratamientos en estudio, se desarrollo el presente trabajo de investigación empleándose semilla de la variedad de frijol Loctao“Jumbo “de procedencia del Instituto de Desarrollo Agrario de Lambayeque – IDAL,

El diseño de investigación es Experimental, el nivel desarrollado es descriptivo y explicativo. Se empleó el diseño experimental de “Bloques Completos al Azar” (BCA) dispuestos en parcelas divididas, estudiándose en parcelas el factor Distancia entre golpes y en sub-parcelas el factor Numero de plantas por golpe.

Las conclusiones del presente experimento son:

1. El distanciamiento entre golpes más apropiado para la siembra del frijol loctao, fue el de 0.30 m. que nos permitió obtener un rendimiento de grano de 2422.74 kg/ha.
2. El número de plantas por golpe adecuado para la siembra de frijol loctao fue el de 4 plantas que permitió obtener un rendimiento de grano igual a 2506.51 kg/ha.
3. La interacción de los factores en estudio manifestó influencia significativa sobre la característica de rendimiento de grano, numero de vainas por planta, peso de 100 granos, altura de planta, área foliar.
4. La mejor relación beneficio costo en el presente trabajo de investigación, fue: 0.30 m. entre golpes x 4.0 planta por golpe al obtener un valor de 1.21

**Palabras claves:** Fenología, Comportamiento productivo, Frijol loctao, Distancia entre golpes, Variedad, Características morfoproductivas.

## SUMMARY

Having as general objective: To evaluate the phenology and productive behavior of the Loctao bean (*Vigna radiata* (L.) R. Wielzck) under the effect of planting densities. Valle del Medio Piura and as Specific Objectives: 1. Establish the distance between strokes more appropriate for the sowing of beans. 2. Determine the number of plants per stroke suitable for the sowing of beans. 3. To determine the influence of the interaction of the factors under study on the yield and other morpho-productive characteristics of the beans. 4. Carry out an analysis of the benefit-cost ratio for the treatments under study, development the present research work using seed of the variety of beans Loctao "Jumbo" from the Institute of Agrarian Development of Lambayeque - IDAL,

The research design is Experimental, the developed level is descriptive and explanatory. The experimental design of "Complete Random Blocks" (BCA) arranged in divided plots was used, the distance factor between blows being studied in plots and the number of plants per stroke in sub-plots.

The conclusions of the present experiment are:

1. The distance between strokes more appropriate for the sowing of the loctao beans, was 0.30 m. which allowed us to obtain a grain yield of 2422.74 kg / ha.
2. The number of plants per stroke suitable for the sowing of beans was 4 plants that allowed a grain yield equal to 2506.51 kg / ha.
3. The interaction of the factors under study showed significant influence on the characteristic of grain yield, number of pods per plant, weight of 100 grains, height of plant, leaf area.
4. The best benefit-cost ratio in the present research work was: 0.30 m. between hits x 4.0 plant per stroke when obtaining a value of 1.21

**Key words:** Phenology, Productive behavior, Loctao bean, Distance between beats, Variety, Morpho-productive characteristics.



## INTRODUCCIÓN

Las leguminosas de grano o alimenticias constituyen una fuente de proteínas abundante y económica para la alimentación humana y animal, especialmente en países pobres donde la población sufre de problemas de malnutrición y desnutrición (6). Particularmente el frijol chino (Vigna radiata (L.) R. Wilczek), es un componente nutritivo en la dieta humana, consumido como verdura o como grano por su alto contenido de proteínas (24.4%), carbohidratos (63.6 %), y vitaminas A y C y es un excelente alimento para el ganado (Davis et al., 1991).

Algunas de las ventajas comparativas de este cultivo con respecto al frijol común, son: mayor porcentaje de proteína de la vaina (24.4%), menor tiempo de cocción del grano, tolerancia a la sequía, a la pudrición de la raíz, mayor potencial de rendimiento en grano (1.5 ton ha<sup>-1</sup>) y la cosecha puede ser mecanizada. Ahora se puede encontrar sembrado en varios países del continente Africano, Europeo y Americano, siendo este último donde es más consumido (Duke, 1981).

Durante el desarrollo de la planta ocurren cambios morfológicos y fisiológicos que sirven para identificar las etapas de la escala de desarrollo del cultivo. Los cambios pueden ser cuantitativos como número de hojas, vainas y semillas, peso de materia seca, entre otros; así como también ocurren cambios cualitativos como el proceso de diferenciación, cambios estructurales y fisiológicos, los cuales forman parte de una serie de eventos sucesivos del desarrollo de las plantas (Fernández, et al, 1985; Peláez y Maluenga. 2000).

El desarrollo depende del genotipo, de los factores ambientales y el suelo, y que dicho desarrollo está delimitado por eventos fisiológicos importantes, los cuales se señalan con una escala dividida en fenofases y etapas. (Fernández et al. (4)

Debemos considerar que el rendimiento y sus componentes asociados son el resultado del desarrollo del cultivo y sus valores pueden variar de acuerdo a las relaciones genotipo-ambiente-suelo-manejo, factor último que se relaciona al factor en estudio del

presente trabajo de investigación como es la densidad de siembra, relacionada en el presente caso al distanciamiento de siembra entre golpes y número de plantas por golpe.

Se reporta que, en el año 2016, a nivel nacional se cosecharon 188 hectáreas de frijol Loctao como grano seco en un volumen de 286 toneladas, destacando la región de la Libertad con esa superficie sembrada y cosechada. A nivel de Región Piura se reportan pequeñas áreas instaladas en el valle de Morropón. (Ministerio de Agricultura. 2016)

# **CAPÍTULO I**

## **ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA**

### **1.1.DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA**

La variabilidad de las condiciones climáticas en nuestro planeta nos permite apreciar y analizar el comportamiento dinámico de los diferentes organismos vivos ante tales circunstancias, particularmente de las especies vegetales, las cuales responden según su capacidad genética y de adaptabilidad a las exigencias de los factores climáticos que inciden en su comportamiento y en los diferentes procesos fisiológicos propios de éstas.

Tales cambios climáticos mencionados de hecho afectan fisiológicamente las diferentes fases vegetativas y reproductivas en los vegetales y lo cual implica afectar de manera directa la capacidad productiva de las plantas, ante esto, es de interés agronómico estudiar con de manera técnico científico su relación con las diferentes practicas agronómicas que se efectúan y aplican en el manejo de los diferentes cultivos en especial de las especies alimenticias como es el caso de las leguminosas de grano, particularmente del frijol Loctao, especie muy poco sembrada en nuestra costa norte pero muy apreciada y de valor comercial para el desarrollo de las actividades de agroexportación y agroindustria. Con tal motivo se plantea ejecutar el presente trabajo de investigación relacionado a apreciar al aspecto fenológico y comportamiento productivo del frijol loctao en relación a la práctica de la densidad poblacional, pero bajo condiciones agroclimáticas del Valle del Medio Piura y es de esperar llegar a conclusiones que nos permitan mejorar el manejo agronómico de esta especie alimenticia por los productores de nuestros valles, especialmente del Valle del Medio Piura.

### **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.2.1 Problema General**

¿Incide la densidad de siembra, sobre la fenología y comportamiento productivo del frijol Loctao, en el Valle del Medio Piura?

### **1.2.2 Problemas Específicos**

- ¿Cuál es el distanciamiento entre golpes más apropiado para la siembra del frijol loctao?
- ¿Cuál es el número de plantas por golpe adecuado para la siembra de frijol loctao?
- ¿Cómo influye la interacción de los factores en estudio sobre el rendimiento y demás características morfoproductivas del frijol loctao??
- ¿Cómo se determina la relación beneficio costo para los tratamientos en estudio?

## **1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

El desconocimiento del cambio fisiológico que puede suceder en una especie vegetal, mucho más de interés alimenticio; como consecuencia del efecto de los cambios de factores climáticos y que incide en su capacidad productiva, nos conlleva a desarrollar la presente investigación en el frijol Loctao partiendo del análisis de la Fenología de la especie y de determinar la incidencia de la densidad de siembra en su comportamiento productivo.

La presente investigación se justifica en la carencia de tecnificación que es una de las principales causas que limitan la mejora de la producción agrícola en esta especie vegetal, por lo tanto, el presente trabajo estimula a desarrollar la extensión del conocimiento con fines de mejorar la producción y calidad de las cosechas y para que los productores obtengan mejores ingresos y por ende mejorar el desarrollo agrícola, social y economía de nuestra región, teniendo en cuenta la importancia de la distribución espacial de las plantas de acuerdo a los distanciamientos de siembra empleados.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo general**

Evaluar la fenología y comportamiento productivo del frijol Loctao (Vigna radiata (L.) R. Wielezck) bajo efecto de densidades de siembra. Valle del Medio Piura.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Establecer el distanciamiento entre golpes más apropiado para la siembra del frijol loctao.
- Determinar el número de plantas por golpe adecuado para la siembra de frijol loctao.
- Determinar la influencia de la interacción de los factores en estudio sobre el rendimiento y demás características morfoproductivas del frijol loctao.
- Efectuar un análisis de la relación beneficio costo para los tratamientos en estudio.

## **1.5 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.5.1 Delimitación espacial**

El presente proyecto de investigación se ejecutó en la Parcela Agrícola y de Investigación “Túpac Amaru” de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Piura.

#### **Ubicación Política**

Región : Piura  
Departamento : Piura  
Provincia : Piura  
Distrito : Castilla  
Valle : Medio Piura

### **1.5.2 Ubicación Geográfica**

Latitud : 05° 12' 00" Sur  
Longitud : 80° 34' 51" Oeste  
Altitud : 30 m. s. m.

### 1.5.3 Delimitación Temporal

La investigación tuvo una duración de 4 meses, iniciándose en el mes de Febrero y culminándose en Mayo del 2018.

### 1.5.4 Delimitación Económica

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación se solicitó el apoyo del Centro Productivo de la Facultad de Agronomía y de acuerdo a las necesidades de gasto éstos fueron asumidos por el responsable.

### 1.5.5 Delimitación conceptual

Densidad de siembra: La **densidad de siembra** se define como el número de plantas por unidad de área de terreno. Tiene un marcado efecto sobre la producción del cultivo y se considera como un insumo, de la misma forma que se considera por ejemplo, un fertilizante. La densidad de población, es decir, la cantidad de plantas a establecer en el terreno es una de las decisiones más complejas que toman los agricultores, y es común escuchar en cada ciclo de producción las preguntas ¿qué cantidad de plantas a establecer es la adecuada? ¿Cuánta semilla comprar?

Fijación biológica: La reducción de nitrógeno a amonio llevada a cabo por bacterias de vida libre o en simbiosis con algunas especies vegetales (leguminosas y algunas leñosas no leguminosas), se conoce como fijación biológica de nitrógeno (FBN). Los organismos capaces de fijar nitrógeno se conocen como diazotrofos.

Nódulos: Los nódulos radicales son asociaciones simbióticas entre bacterias y plantas superiores. La más conocida es la de *Rhizobium* con especies de Leguminosas. La planta proporciona a la bacteria compuestos carbonados como fuente de energía y un entorno protector, y recibe nitrógeno en una forma utilizable para la formación de proteínas. La simbiosis entre cada especie de leguminosa y de *Rhizobium* es específica. Por ejemplo, *Glycine max*, la soja, se asocia con la bacteria *Bradyrhizobium japonicum*

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

##### A. Taxonomía del frijol loctao

La clasificación taxonómica del frijol, según CONABIO (2009) e Isely (1990) es la siguiente:

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Orden	: Fabales
Familia	: Fabaceae
Subfamilia	: Faboideae
Género	: <i>Vigna</i>
Especie	: <u><i>Vigna radiata</i></u> (L.) R. Wilczek

Conocido también como poroto chino o *lùdòu* (en chino mandarín) loctao (en dialecto chino cantonés) (*Vigna radiata*), también conocida como poroto mung o judía mungo (del inglés *mung bean*, no confundir con *mungo bean*, *Vigna mungo*, que es de color negro) o también soja verde (aunque no debe confundirse con la verdadera soja (*Glycine max*)).Wikipedia.org (s.f.)

##### Descripción Botánica

Es una leguminosa herbácea, anual, erecta y voluble; alcanza una altura de 15 cm a 1 m; tiene raíces pivotantes y fibrosas. Los tallos son poco pubescentes, cubiertos de pelo de color castaño y hojas son alternas y trifolioladas. Las primeras flores aparecen siete a ocho semanas después de la siembra, son amarillas, aproximadamente de 1 cm de largo. La cosecha de semillas se debe realizar entre 12 a 14 semanas. La maduración tiende a ser des uniforme, necesita 3 a 4 cosechas. Las vainas son cilíndricas, delgadas de 6 – 8 cm de largo, indehiscnte, vellosa en estado tierno con pelos sedosos y contienen de 10 – 12 semillas de color verde brillante u



opacas; estas de color verdoso a verde dorado y de 3 – 5 mm de largo (Oplinger et al., 1997).

### **Características**

El Poroto mung se cultiva en Asia, principalmente destinado a alimento. Se adapta a una amplia gama de suelos bien drenados, pero es mejor en suelos franco arenosos fértil (Oplinger et al., 1997). Los rendimientos se ven favorecidos por temperaturas que oscilan entre los 18°C y 21°C y su ciclo dura entre 45 y 100 días (González, 1988). La fecha de siembra primaveral es septiembre-octubre, correspondiéndole una fecha de cosecha aproximada en los meses de enero- febrero; y como fecha de siembra estival diciembre-enero, correspondiéndole fecha de cosecha aproximada en el mes de marzo- abril. Es una valiosa cosecha de verano-otoño. El rendimiento medio mundial es de 0,4 t/ha de semillas, puede llegar hasta 2,5 t/ha en el caso de las variedades seleccionadas en Asia (AVRDC, 2012, mencionado por Bravo y Tealdi, 2015). Las bondades del Poroto Mung son: tolerancia a la sequía, rápida maduración y un mínimo aporte de fertilizantes.

Merino (2001) en su investigación sobre el comportamiento del frijol loctao a densidades de siembra, reporta las siguientes características botánicas

Características botánicas:

De acuerdo al hábito de crecimiento es una planta herbácea de crecimiento rápido (anual), erecta o semierecta, de 30 a 90 cm de altura, muestra una gran variación en su forma y adaptación. Bruno (1990).

La altura oscila entre 15 cm y 1 m, siendo su altura media de la planta madura 0.90 m FAO (1991)

El sistema radicular puede ser mesofítico o xerofítico, la forma xerofítica está relacionado a las variedades de hábito erecto y de estación de crecimiento largo (Kay, 1998)).

Los tallos tienen ramas desde la base, siendo de forma angular y verdes, en ocasiones teñidas de púrpura y presentan ligera pilosidad.

Ramifica con facilidad, pero su follaje no es denso, a veces los extremos de las ramas son enredaderas (FAO, 1991 y Kay, 1998).

Las hojas son trifoliadas, los folíolos grandes, ovaladas, enteras, raramente lobuladas, membranosas, de 5 a 10 cm de longitud, de color verde claro a oscuro (Kay 1998)

Las flores de color amarillas o verde-amarillentas están agrupadas de 10 a 20 inflorescencias sobre racimos axilares o terminales. Estas aparecen a las siete u ocho semanas de la siembra (FAO, 1991 y Kay, 1998).

Las vainas de las semillas son subcilíndricas, de 5 a 10 cm de longitud y 4 a 6 cm de ancho, rectas o ligeramente curvas, conteniendo de 10 a 20 pequeñas semillas.

Las vainas son de 6 a 12 cm de longitud, de color verdoso que se vuelven negras a la madurez, su forma es cilíndrica algo recurvadas y vellosas en estado tierno con 6 a 16 granos (Kay 1998 y Mateo, 1961).

Las semillas son globulares u oblongas, de colores verde, marrón o con manchas negras, ligeramente aplanadas o casi esféricas con una longitud de 3 a 5 mm, de color verdoso. Los cotiledones son epigeos; En un kilo hay aproximadamente 20,000 semillas (Kay 1998 y Mateo, 1961).

En variedades de leguminosas precoces, la fructificación puede iniciarse alrededor de los 60 días, encontrándose en plena fructificación a los 60 a 70 días (Chiappe, 1979).

## **B. Investigaciones sobre densidades de siembra en frijol Loctao**

Urbina (2015) evaluando el efecto del distanciamiento de siembra y el número de plantas por golpe en la producción de grano seco del frijol loctao Variedad Vista Florida, concluyó en relación al número de plantas por golpe que: El mejor número de plantas por golpe fue cuando se colocó 4 plantas por golpe reportándose un rendimiento de 1987 kg. ha<sup>-1</sup>. La mejor combinación que permitió obtener el mayor rendimiento de grano fue con el distanciamiento entre golpes de 30 cm. y colocándose 4 plantas/golpe lográndose obtener 2129 kg. ha<sup>-1</sup>. Así mismo reporta los mayores valores promedios para las siguientes características morfoproductivas: 31 vainas por planta, 12 granos por vaina, 5.77 gr. para peso de 100 granos, 48.7 cm. para altura de planta y 17.99 dm<sup>2</sup> de área foliar.

Salinas (2014) en la investigación de la ubicación de la semilla en el surco y del número de plantas por sitio para la producción de frijol loctao empleando la Variedad Jumbo, concluyó que: El número de plantas por sitio de mejor respuesta en la producción de grano del frijol loctao fue de tres (03) plantas por sitio que permitió obtener 2122.40 kg. ha<sup>-1</sup>. Reporta así mismo los siguientes valores promedios para las correspondientes características morfoproductivas de: 35.00 vainas por planta, 12.50 granos por vaina, 6.13 gr. para peso de 100 granos, 17.33 dm<sup>2</sup>. para área foliar, 26.51 gr. para materia seca por planta, esto con la combinación de la ubicación de la semilla en el lomo del surco y dos (02) plantas por golpe. Sin embargo, los más altos valores de rendimiento de grano fueron reportados por la interacción de la siembra del frijol loctao en el lomo el surco con tres (03) plantas por golpe con 2614.58 kg. ha<sup>-1</sup>.

Chunga (2011) investigando en el frijol loctao el efecto de número de plantas por sitio, así como la ubicación de la semilla en el surco, concluyó que: El número de plantas por sitio de mejor respuesta en la producción de grano del frijol loctao fue 3 plantas por sitio que permitió obtener 1638.89 kg/ha. La ubicación de siembra en el surco más apropiada para la producción del frijol loctao fue lomo del surco que reporto 1519.53 kg/ha. La interacción de los factores en estudio manifestó efecto

significativo sobre las características de rendimiento de grano, número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de 100 granos. Altura de planta, área foliar por planta, materia seca por planta y número de nódulos por planta.

Yurivilca (mencionado por Merino, 2011, pág. 18) sostiene que, en Tingo María, empleando un distanciamiento entre líneas de 0.60 m y entre golpes 0.20 m, con 4 plantas por golpe y bajo un nivel de fertilización de 30- 80-50 kg/ha de N-P20 5-K20, obtuvo un rendimiento aproximado de 1998 kg/ha de frijol octao.

Merino (2011) con el objeto de determinar la influencia de dos métodos de siembra (por golpes y chorro continuo), y obtener información sobre la densidad de siembra más adecuada para el cultivo de frijol octao (Vigna radiata (L.) Wilczek), se realizó el presente experimento en el Fundo perteneciente al Sr. Iván Zeceovich Alvarado, ubicado en el Sector Bella Baja entre los meses de julio a noviembre de 1999. El experimento se instaló en un suelo aluvial, con nivel pobre de materia orgánica, contenido medio de carbonato de calcio, nivel bajo de fósforo, contenido alto en potasio, bajo en nitrógeno, CIC bajo y pH 7.0. Se utilizó semilla obtenida de la empresa Incomab con un poder germinativo de 95%. Los componentes en estudio fueron dos métodos y tres densidades de siembra empleándose la disposición experimental de Bloque Completo al Azar con Arreglo Factorial 2A x 3B con 4 repeticiones. La preparación del terreno, siembra y demás labores culturales se realizaron de acuerdo al plan establecido. Se efectuaron dos deshierbas manuales, el primero a los 27 días y el segundo a los 50 días de la siembra; el abonamiento se efectuó a los 22 días de la siembra, empleando la fórmula 30-80-50 kg/ha de NPK. Al mes de la siembra se observó una leve incidencia de crisomélidos sobre las hojas cuyo daño no fue de importancia económica por lo que no ameritó la aplicación de control químico. En el período de madurez se presentó "oidiosis" en forma localizada, la misma que se controló con la aplicación de oxicloruro de cobre. Los resultados obtenidos nos muestran una influencia variable tanto de los métodos de siembra, de la densidad de siembra como de su interacción. Los métodos de siembra solo tuvieron influencia en la altura de planta y porcentaje de germinación. La

densidad de siembra influyó en el rendimiento de grano, diámetro de tallo y porcentaje de germinación. En cuanto a la interacción fueron influenciados el rendimiento de grano sobresaliendo el tratamiento a2b3 (chorro continuo con 6 plantas por metro lineal) con un rendimiento promedio de 2547.30 kg/ha; el peso de 100 semillas siendo el tratamiento a2b3 que reporta el mayor peso (4.62 g); la altura de planta encontrándose en el tratamiento a2b3 una altura de 1.07 m; también el número de ramas ha sido influenciado por la interacción y el tratamiento a2b3 es la que tiene 6 ramas/planta; el tratamiento a2b3 requirió solo de 47.5 días para iniciar su floración; el tratamiento a1b1 necesitó de 63 días para iniciar su fructificación.

### **C. Investigaciones sobre fenología**

Tapia y Camacho (1988) referenciado por Ventura (1991) determinaron que la duración de las plantas de las distintas etapas está determinada por el hábito de crecimiento (Tipo I, II, III y IV); el clima (temperatura, fotoperiodo); el suelo (fertilidad, condiciones físicas) y el genotipo. La luz es otro factor que tiene un efecto directo en las etapas de desarrollo y la morfología de la planta.

Ventura (1991) efectuando una investigación sobre Fenología y Fenometría de una Variedad y una Línea de Frijol (*Phaseolus vulgaris*) en la Zona Occidental de El Salvador, establece que el cultivo del frijol, tiene factores que limitan su producción entre los cuales el comportamiento de los elementos atmosféricos es decisivo. El presente trabajo fue realizado durante los años de 1987, 1988 y 1989, en la zona Occidental de El Salvador, usando las variedades Rojo de Seda y APN 83; tuvo como objetivos, determinar la influencia del tiempo atmosférico en el desarrollo del cultivo y determinar las etapas fenológicas que sirvan de base en la planificación y ejecución de defensa y combate integral del cultivo. Las etapas fenológicas que se establecieron fueron: emergencia, inicio de formación de guías, floración, formación de vainas, llenado de vainas y maduración. Las unidades de calor necesarias por cada etapa fenológica respectivamente resultaron ser: 12.89, 61.09, 89.08, 99.31, 114.97, 157.74 (temperatura base 18.9°C). Los mismos fenómenos expresados en días después de la siembra corresponden a los promedios: 4.5, 18.3,

28.7, 31.8, 37.3 y 54.2 respectivamente. El elemento atmosférico de mayor influencia en la producción y desarrollo del cultivo es la precipitación pluvial, principalmente su frecuencia, distribución y no cantidad. Similar efecto adverso, son los períodos clasificados micro climáticamente como sub-húmedo caliente.

White (1985), mencionado por Ventura, (1991) establece que el frijol requiere de días cortos para que florezca. Los días largos demoran la floración y la maduración de la cosecha. Aunque existe mucha variabilidad en cuanto a la reacción varietal de frijol al fotoperiodo, el efecto de cada hora adicional de la luz retarda la maduración de la semilla, que va de 2 a 6 días. El agua es el factor externo que determina más decisivamente el desarrollo del frijol común. El agua es reactivo de la fotosíntesis y elemento estructural, medio de transporte y regulador de la temperatura. Para la mayoría de los cultivos extensivos, las fases más críticas son el establecimiento o germinación y los cambios del estado vegetativo al reproductivo, incluyendo la floración y formación de cosecha (Jiménez, 1988, mencionado por Ventura, 1991).

Infante, Madriz y González (2003) estudiaron las fases de desarrollo y evaluaron los componentes del rendimiento de tres cultivares de frijol mungo (Vigna radiata (L) Wilczek), durante los meses de mayo a julio de 1997. Los cultivares ML 267, Acriollado y VC 1973C, se distribuyeron en un diseño experimental de bloques al azar con 6 repeticiones. Para la diferenciación de las fases y etapas de desarrollo, se observaron semanalmente los cambios morfológicos de las plantas en cada parcela. Al momento de la cosecha se obtuvo el promedio por planta de las variables: número de racimos, vainas, semillas por vaina y longitud de las vainas. El rendimiento de granos en kg/ha se midió en base al 12% de humedad. La fase vegetativa tuvo una duración de 28 a 43 días, mientras que la fase reproductiva entre 22 y 30 días. El cultivar más precoz fue ML 267 con 34,87 días para la floración y 61,83 días para la maduración. Hubo diferencias significativas para el número de racimos/planta y vainas/planta donde ML 267 y Acriollado tuvieron los valores más altos. Para el número de semillas/vaina VC 1973C y Acriollado fueron

significativamente mayores que ML 267. Acriollado mostró los mayores rendimientos con 1438,33 kg/ha.

#### **D. Comportamiento agronómico**

##### **Interacción genotipo por ambiente (IGA)**

La función productiva de los cultivos tiene tres componentes: el genotipo, el ambiente y la interacción genotipo por ambiente, de los cuales el primero se deriva de procesos selectivos practicados por agricultores y mejoradores, así como de actividades de combinación de características presentes en diferentes poblaciones (Lobo et al., 2002).

El ambiente se describe como el conjunto de condiciones o circunstancias externas que rodean a todos los seres vivos, y que afectan directamente su desarrollo y evolución; está determinado por una serie de condiciones variables para diferentes años en un mismo lugar y para diferentes lugares en un mismo año. El ambiente origina variaciones entre los individuos, aun cuando estos sean genéticamente iguales (Chávez, 2001).

La interacción genotipo por ambiente (IGA) surge cuando una variación ambiental tiene distinto efecto sobre genotipos diferentes, es decir, la interacción resulta de la respuesta diferencial de los genotipos a la variación ambiental. En otras palabras, se dice que existe IGA cuando no se puede asociar una desviación producida por un ambiente específico a una variable dada sin tener en cuenta el genotipo sobre el cual, aquella actúa (Romagosa y Fox, 1993).

La IGA es un aspecto a tener en cuenta en los programas de mejoramiento ya que la estabilidad de rendimiento de un genotipo en particular depende de su respuesta a diversos factores adversos en etapas críticas del desarrollo de la planta (Crossa et al., 1998; Márquez, 1991). La IGA es el factor que más interviene en la identificación de genotipos específicos para ambientes específicos (Snedecor y Cochran, 1980).

La IGA es de mayor importancia para el desarrollo de variedades mejoradas. Cuando las variedades se comparan o prueba sobre una serie de ambientes



usualmente su orden de mérito relativo difiere. Esto dificulta la demostración de la superioridad significativa de cualquier variedad, sobre todo si se trata de mejoramiento sobre caracteres cuantitativos los cuales presentan distribución continua, poseen herencia poligénica y son muy influenciados por las variaciones del ambiente (Abbott y Pistorale, 2011). Por lo anterior el buen entendimiento de la IGA contribuirá tanto al aprovechamiento de los efectos benéficos de la interacción como a contrarrestar los efectos negativos del ambiente sobre la evaluación de genotipos y la recomendación de cultivares (Chávez, 2001).

En cuanto a la naturaleza de la IGA, las diferencias en la adaptación de genotipos, resultan de diferencias en la constitución génica para los caracteres importantes en esta adaptación. La reacción a diferentes cambios ambientales se puede dar desde los mecanismos de regulación génica hasta los caracteres morfológicos finales.

El análisis de la IGA está estrechamente ligado con la estimación cuantitativa de la adaptabilidad fenotípica de los genotipos en el ambiente. Cuando dicha interacción no es significativa, es conveniente la comparación de medias en distintos ambientes para evaluar la adaptación del material vegetal; sin embargo, Cuando es significativa, el efecto en los genotipos no es estadísticamente, aditivo, por lo tanto, el comportamiento de los genotipos depende del ambiente (Hühn, 1996). De esta forma la selección de genotipos en un ambiente dado puede ocasionar un comportamiento totalmente diferente en otro (Gonzales, 2001).

#### **E. Exigencias agroclimáticas del frijol loctao**

El Poroto mung se cultiva en Asia, principalmente destinado a alimento. Se adapta a una amplia gama de suelos bien drenados, pero es mejor en suelos franco arenosos fértil (Oplinger et al., 1997). Los rendimientos se ven favorecidos por temperaturas que oscilan entre los 18°C y 21°C y su ciclo dura entre 45 y 100 días (González, 1988). La fecha de siembra primaveral es septiembre-octubre, correspondiéndole una fecha de cosecha aproximada en los meses de enero- febrero; y como fecha de siembra estival diciembre-enero, correspondiéndole fecha de cosecha aproximada

en el mes de marzo- abril. Es una valiosa cosecha de verano-otoño. El rendimiento medio mundial es de 0,4 t/ha de semillas, puede llegar hasta 2,5 t/ha en el caso de las variedades seleccionadas en Asia (AVRDC, 2012, mencionado por Bravo y Tealdi, 2015). Las bondades del Poroto Mung son: tolerancia a la sequía, rápida maduración y un mínimo aporte de fertilizantes.

Instituto Nacional de Investigación Agraria –INIA (2000), en relación al frijol loctao establece las siguientes exigencias agroclimáticas:

Clima de 20° C a 30 °C.

Suelo Franco sin problemas de salinidad. La conductividad eléctrica en el suelo no debe ser mayor de 2 mmhos/cm.

Bien drenados y nivelados.

De textura franca (arenoso, limoso o arcilloso).

Con buen contenido de materia orgánica y nivel de salinidad tolerada

Gómez (2000), en el compendio de fichas técnicas de 60 cultivos en la Región Grau, nos indica que el fríjol loctao, requiere de temperaturas máximas de 40°C, como mínima de 12°C y óptimas de 18 a 24°C; en cuanto a horas de sol necesita de 6 a 7 horas y un clima templado.

Cubero y Moreno (1984), consideran que las plantas particularmente del género *Phaseolus* y *Vigna* se desarrollan muy bien en climas cálidos, se adaptan bien a suelos ligeros o medios, bien drenados. Se debe evitar los suelos excesivamente pesados, con problemas de encharcamiento. Los límites óptimos de pH para estos cultivos están entre 5.5 y 7.0 son plantas altamente sensibles a la salinidad de suelos y exceso de agua

Programa de Menstras para Exportación - PROMPEX (1999); manifiesta que el cultivo de Frijol Loctao es una de las alternativas de los agricultores, puesto que, dicha leguminosa de grano cuenta con gran aceptación en el mercado internacional de menstras; asimismo, porque es un cultivo de fácil manejo y tiene un gran potencial productivo de 2 a 2.5 ton./ha. pero reportándose una producción promedio

de 1.5 a 1.8 ton./ha. Tiene un requerimiento de semilla de 15 kg./ha. y los distanciamientos son de 0.60 a 0.70 m. entre surcos (surcos simples) y de 0.50 m. entre líneas de siembra, 0.90 m. entre pares de líneas (surcos dobles) con 4 semillas cada 0.20 m. ó 20 semillas por metro de siembra mecanizada.

Valladolid, Pantaleón, Castillo Y Aquino (1998), en relación al frijol Loctao o frijol Chino nos indican que se adapta muy bien a zonas de clima de 20° C a 30 °C. con suelo Franco sin problemas de salinidad. La conductividad eléctrica en el suelo no debe ser mayor de 2 mmhos/cm.

Instituto Internacional de Cooperación para la Agricultura (IICA) (1989); refiere que la adaptación del frijol en los suelos americanos es muy amplia, pues debe ser cultivado desde el nivel del mar (Ecuador) hasta altitudes de más de 2500 m. (México, Guatemala, Colombia, etc.). No soporta altas temperaturas durante periodos largos más si se alternan las noches frescas puede fácilmente soportar 33°C, pero no temperaturas muy bajas, siendo la mínima de 8°C bajo la cual las plantas sufren fácilmente daños irreversibles.

El frijol necesita de una buena disponibilidad de agua, especialmente durante floración, luego la cantidad necesaria para el crecimiento de frutos. No tolera bien el exceso de agua en la segunda fase del cultivo o maduración, al igual que es conveniente una sequía prolongada en la primera fase de crecimiento.

Asimismo, establece que el frijol puede soportar suelos con un pH ligeramente inferior a 5 levemente superior a 7.5, encontrándose el pH óptimo entre 5.5 y 6. Los suelos aptos para este cultivo deben ser sueltos, arenosos y ricos en materia orgánica. Suelos muy pesados no son convenientes para el frijol.

Los mejores rendimientos se logran en aquellos de textura liviana, con adecuada fertilidad y subsuelos permeables. Independientemente del tipo de suelo, una buena provisión de humedad durante el desarrollo y floración del frijol es muy importante para obtener rendimientos positivos.

Cubero y Moreno (1984), consideran que las plantas particularmente del género *Phaseolus* se desarrollan muy bien en climas cálidos, se adaptan bien a suelos ligeros o medios, bien drenados. Se debe evitar los suelos excesivamente pesados, con problemas de encharcamiento.

Los límites óptimos de pH para este cultivo están entre 5.5 y 7.0 son plantas altamente sensibles a la salinidad de suelos y exceso de agua.

## **2.2 BASES TEÓRICAS**

### **FENOLOGIA**

#### **Conceptos generales**

La fenología es un proceso que comprende cambios morfológicos que se van produciendo a medida que los individuos satisfacen necesidades y estímulos meteorológicos. Durante el ciclo evolutivo de las plantas, a partir de la germinación hasta su muerte, en las anuales, o desde su brotación hasta la maduración de fruto o caída de las hojas, en las perennes, el vegetal sufre continuas transformaciones de volumen, peso, forma y estructura. Por ello, sus exigencias con respecto a los elementos meteorológicos serán distintos según el momento del ciclo en que se encuentre (Ortega, 1985, citado por Palomino, 2015).

Entre los factores que afectan la duración de las etapas fenológicas, se encuentra el genotipo y el clima. Entre los factores climáticos que más inciden se encuentran la luz y la temperatura. Tanto los promedios de estos factores como las variaciones diarias y estacionales, desempeñan una función importante en la duración de las etapas. (Palomino, 2015)

Castillo y Castellví (2001), citados por Quillatupa (2009) y Palomino (2015) sostienen que el estudio de la fenología permite sintetizar las acciones de diversos elementos del clima sobre el comportamiento de las plantas, utilizando a las propias plantas como bioindicadores. Esto permite obtener referentes a áreas óptimas y marginales (selección y clasificación de áreas agrícolas), así como la duración posible de las actividades agrícolas en diversos sistemas agrícolas. Los estudios fenológicos permiten delimitar regiones agrícolas naturales. y de acuerdo con ello realizar una ordenación de cultivos,

una selección de variedades más adaptadas, adecuar las prácticas de cultivo, realizar previsiones referentes a fechas de cosecha, entre otros aspectos.

La disponibilidad de humedad, la temperatura, el fotoperiodo y sus interacciones, influyen notoriamente en el crecimiento y desarrollo del frijol (Masaya y White, 1991; Acosta y White, 1995; Acosta et al., 1996<sup>a</sup>, referenciados por Rosales, Ochoa y Acosta, 2001), así como en la duración de las etapas fenológicas, como de la siembra a floración y a la madurez fisiológica.

Palomino (2015) sostiene que estudiar la fenología es importante para determinar el período crítico en el cual el cultivo es susceptible a las condiciones que se presentan en dicho periodo, conocer el comportamiento de las plantas, observar el desarrollo y como los factores bióticos y abióticos influyen en ellas ya sea favorable desfavorablemente. Los períodos entre los intervalos fenológicos pueden ser cortos o largos dependiendo del clima, siendo la temperatura el factor más influyente en la planta, puesto que induce su desarrollo y crecimiento. Es importante conocer la fenología de las leguminosas y su relación con la acumulación de unidades de calor, para poder establecer las fechas de siembra y cosecha adecuadas para cada ambiente o localidad, contribuyendo así al incremento de la productividad.

También establece que en el desarrollo de las plantas frijol, se han identificado 10 etapas (CIAT, 1983), las cuales están delimitadas por eventos fisiológicos importantes. La identificación de cada etapa se hizo en base a una escala codificada, que consiste en una letra y un número. La letra corresponde a la inicial de la etapa (*01* es la etapa vegetativa y *Res* la etapa reproductiva). El número del 0 al 9 indica la sub etapa dentro de cada etapa.

### **Etapas vegetativa**

VO. Germinación: es la etapa en la cual la semilla tiene humedad suficiente para el comienzo del proceso de germinación; es decir, el día del primer riego, o de la primera lluvia si se siembra en suelo seco.

- V1. Emergencia: se inicia cuando los cotiledones de la planta aparecen al nivel del suelo y se considera que un cultivo de frijol inicia esta etapa cuando el 50% de la población esperada, presenta los cotiledones al nivel del suelo.
- V2. Hojas primarias: comienza cuando las hojas primarias de la planta están desplegadas. Para un cultivo se considera que esta etapa comienza cuando el 50% de las plantas presenta esta característica.
- V3. Primera hoja trifoliada: se inicia cuando la planta presenta la primera hoja trifoliada completamente abierta y plana. Cuando el 50% de las plantas de un cultivo presenta la hoja trifoliada desplegada, se inicia esta etapa.
- V4. Tercera hoja trifoliada: comienza cuando la tercera hoja trifoliada se encuentra desplegada. En un cultivo se considera que se inicia cuando el 50% de las plantas presenta esta característica.

### **Etapas reproductivas**

- R5. Prefloración: se inicia cuando aparece el primer botón diferenciado o el primer racimo. En condiciones de cultivo, cuando el 50% de las plantas presenta esta característica.
- R6. Floración: se inicia cuando la planta presenta la primera flor abierta y, en el cultivo, cuando el 50% de las plantas presenta esta característica.
- R7. Formación de vainas: se inicia cuando la planta presenta la primera vaina con la corola de la flor colgada o desprendida, y en condiciones de cultivo, cuando el 50% de las plantas presenta esta característica.
- RB. Llenado de las vainas: se inicia cuando el 50% de las plantas empieza a llenar la primera vaina. Comienza entonces el crecimiento activo de las semillas.
- R9. Maduración: se considera como la última escala de desarrollo, ya que en ella ocurre la maduración. El cultivo inicia su decoloración y secado, en el 50% de las plantas.

## **DENSIDAD DE SIEMBRA**

López (2013), menciona que la densidad de siembra de cultivos se define como el número de plantas por unidad de área de terreno; tiene un marcado efecto sobre la capacidad de producción de las plantas y es tan importante, que se le considera como un insumo más en el proceso de producción; de la misma importancia que un fertilizante, por ejemplo.

La densidad de siembra está relacionada con los efectos que en la planta produce la competencia de otras plantas de su misma especie o de otras que se encuentren dentro de un espacio determinado.

La competencia se ve como las inconveniencias causadas por la proximidad de las plantas vecinas y que pueden ser: disminución de disponibilidad de luz, espacio, agua o nutrientes para cualquier planta individual, cuando su follaje o área radicular se traslapa con la de otro individuo.

A medida que se incrementa la población de plantas por área, disminuye la producción media por planta, debido a la competencia por los recursos necesarios para su crecimiento. Entre los factores más importantes que deciden la densidad de siembra óptima para un cultivo, están las características morfológicas de las plantas, las cuales deben de tener condiciones ambientales para que puedan desarrollarse sin limitantes y expresar la capacidad genética.

Densidad de siembra, viene a definirse muy sencillamente: es el número de kilos de semilla por hectárea que se necesitan y se van a utilizar para sembrar. Es decir, es el número de plantas por hectárea que van a crecer en un terreno determinado.

Asimismo, otra explicación del concepto que estamos abordando es aquella que nos expone que la densidad de siembra no es más que la práctica de manejo que viene a determinar la capacidad de cultivo para lograr así recaudar un número de recursos.



Se establece que una elevada densidad de siembra puede traer consigo tanto la aparición de más enfermedades como lo que se da en llamar el encamado, es decir, el aplanamiento de las plantas.

Por estas circunstancias es muy importante el determinar una correcta densidad ya que es la manera de que se pueda lograr la optimización de la productividad de un determinado cultivo. Y es que, junto a un buen espaciamiento entre las hileras del cultivo en cuestión, será la que consiga que el agricultor pueda estar cubierto y tener una producción adecuada para hacer frente a los momentos críticos que puedan tener lugar.

En concreto, podríamos decir, según diversos ingenieros agrónomos como Gustavo Ferraris, que una magnífica densidad de siembra es aquella que no sólo consigue alcanzar el índice de cosecha máximo sino que también “maximiza la intercepción de radiación fotosintéticamente activa durante el periodo crítico para la definición del rendimiento”.<https://deconceptos.com/ciencias-naturales/densidad-de-siembra>

### 2.3. GLOSARIO DE TÉRMINOS BÁSICOS

Densidad de siembra: La **densidad de siembra** se define como el número de plantas por unidad de área de terreno. Tiene un marcado efecto sobre la producción del cultivo y se considera como un insumo, de la misma forma que se considera por ejemplo, un fertilizante. La densidad de población, es decir, la cantidad de plantas a establecer en el terreno es una de las decisiones más complejas que toman los agricultores, y es común escuchar en cada ciclo de producción las preguntas ¿qué cantidad de plantas a establecer es la adecuada? ¿Cuánta semilla comprar?

Frijol loctao: Es una planta erecta que posee flores amarillas y legumbres de forma cilíndricas de pequeño tamaño, las semillas son algo pequeñas y los granos caen fácilmente de las vainas ya secas; esta es una de las leguminosas de mayor contenido proteínico de su familia y con mejor rendimiento que el resto de las judías

Número de plantas por golpe: Cantidad de plantas relacionada a la densidad de siembra o de individuos por sitio.

## **2.4. HIPÓTESIS**

### **2.4.1 Hipótesis general**

La evaluación de la fenología y del comportamiento productivo del frijol Loctao (Vigna radiata (L) R. Wilczek) permite conocer el efecto de las densidades de siembra bajo condiciones del Valle del Medio Piura

### **2.4.2 Hipótesis específicas**

- La evaluación de los distanciamientos entre golpes conlleva a elegir el distanciamiento apropiado para la siembra del frijol Loctao.
- El estudio del número de plantas por golpe permite determinar el adecuado para la siembra del frijol Loctao.
- El determinar la interacción de los factores en estudio nos permite conocer su influencia sobre el rendimiento y demás características morfoproductivas del frijol Loctao.
- El desarrollo del análisis de la relación beneficio costo nos indica el tratamiento de mejor beneficio económico.

## CAPÍTULO III

### MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 ENFOQUE

El enfoque de la presente investigación es de carácter cuantitativo y cualitativo; cuantitativo porque usa la recolección de datos para probar una hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico de las diferentes características evaluadas, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías. Así mismo es cualitativo porque establece la descripción de las cualidades de un fenómeno, como es el establecimiento de las distancias entre golpe y el número de plantas por golpe en las características del frijol Loctao.

#### 3.2 DISEÑO

Según el diseño, la investigación es Experimental

#### 3.3. NIVEL Y TIPO

El nivel desarrollado en la presente investigación es descriptivo y explicativo. Descriptivo porque se describe una realidad en base a la experimentación efectuada en el frijol Loctao, variedad Vista Florida. Explicativo porque se tiende a la relación causal; no sólo persigue describir o acercarse a un problema, sino que intenta encontrar las causas del mismo.

El tipo de investigación en que se orienta la presente investigación es del tipo aplicada por cuanto se utilizaron conocimientos agronómicos, fisiológicos, y de otras ciencias afines.

#### 3.4 SUJETOS DE LA INVESTIGACIÓN

**Universo:** Esta dado por los miembros de la familia Leguminosae

**Población:** Individuos de la especie (Vigna radiata (L) R. Wilczek)

**Muestra de estudio:** Plantas de frijol loctao, Variedad Jumbo

### 3.5 MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS

#### 3.5.1. Análisis físico-químico del suelo

Para ello se tomaron 04 submuestras de suelo por bloque a una profundidad de 30 cm., para luego de homogenizarse obtener una muestra completa de 01 kg. de peso, sobre el cual se realizaron el análisis físico químico respectivo.

**Cuadro 3.1** Determinaciones del análisis físico-químico del suelo experimental

DETERMINACIONES	MÉTODOS
Textura	Bouyoucos
pH	Potenciométrico
Materia orgánica (%)	Walkley y Black
Nitrógeno total (%)	A partir de la M.O.
Fósforo disponible (ppm de P)	Olsen
Potasio asimilable (ppm de K)	Van Den Hende y Cottenie
Conductividad eléctrica (dS/m)	Radiométrico
Calcáreo (% $\text{CaCO}_3$ )	Volumétrico
CIC (Cmol/k de suelo)	Acetato de Amonio 1N. pH 7
Bases cambiables (Cmol/k de suelo)	
Calcio y Magnesio	Versenato
Sodio y Potasio	Fotométrico

#### 3.5.2 Observaciones climáticas

Estuvieron referidas a los factores climáticos de temperatura, humedad relativa, precipitación pluvial y horas de sol que ocurrieron durante el crecimiento y desarrollo del cultivo, cuyos promedios mensuales se tomaran de los registros de la Estación Meteorológica de Miraflores.

#### 3.5.3 Factores en estudio.-

Estuvieron dados por los factores: Distancia entre golpes y Número de plantas por golpe, tal como se indica en el Cuadro 3.2

**Cuadro 3.2: Factores en estudio**

FACTOR	NIVEL	CLAVE
Distancia entre golpes (m)	0.30	D <sub>1</sub>
	0.40	D <sub>2</sub>
Número de plantas/golpe	1.0	N <sub>1</sub>
	3.0	N <sub>2</sub>
	4.0	N <sub>3</sub>

**3.5.4 Tratamientos en estudios**

Estuvieron dados por las combinaciones de los factores en estudio, tal como se indica en el Cuadro 3.3

**Cuadro 3.3: Tratamientos en estudio**

N°	TRATAMIENTOS			CLAVE
01	0.30 m. entre golpes	x	1.0 planta por golpe	D <sub>1</sub> N <sub>1</sub>
02	0.30 m. entre golpes	x	3.0 planta por golpe	D <sub>1</sub> N <sub>2</sub>
03	0.30 m. entre golpes	x	4.0 planta por golpe	D <sub>1</sub> N <sub>3</sub>
04	0.40 m. entre golpes	x	1.0 planta por golpe	D <sub>2</sub> N <sub>1</sub>
05	0.40 m. entre golpes	x	3.0 planta por golpe	D <sub>2</sub> N <sub>2</sub>
06	0.40 m. entre golpes	x	4.0 planta por golpe	D <sub>2</sub> N <sub>3</sub>

### **3.5.5 Diseño y análisis estadístico**

Se empleó el diseño de Bloques Completos al Azar (B.C.A.) con cuatro repeticiones dispuestos en Parcelas Divididas, estudiándose en Parcela el Factor Distancia entre golpes y en Subparcela el factor Número de plantas por golpe. El análisis estadístico comprendió el análisis de varianza y la correspondiente prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad.

### **3.5.6 Materiales y equipos**

A. Material de campo:

- Semilla: Se empleó semilla certificada de Frijol Loctao, de la variedad “Vista Jumbo” de procedencia del Instituto de Desarrollo Agrario de Lambayeque – IDAL.
- Fertilizantes: En el presente trabajo se empleó Superfosfato Triple de Ca 46%  $P_2O_5$
- Biocidas: Se empleó un biocida necesario para el control de plagas y enfermedades, el cual estuvo elaborado a base de ajo.

B. Material complementario:

Se utilizaron wincha, palanas, estacas, cordeles marcados, regla graduada, libreta de campo, bolsas de papel, etc.

C. De laboratorio.-Se emplearon todos los reactivos y materiales necesarios para el análisis físico químico del suelo; así como balanza de precisión.

### **3.5.7 Conducción del experimento**

4. Preparación de terreno.- Comprendió las siguientes labores:

- ✓ Eliminación de rastrojos y malezas del cultivo anterior.
- ✓ Aradura.- Se hizo con arado de discos en terreno seco.
- ✓ Riego de machaco.- Se efectuó empleando un volumen de agua, que se hizo ingresar por inundación, para humedecer el suelo del campo experimental

- ✓ Gradeo.- Se realizó en condiciones de Capacidad de campo, empleando grada de discos para mullir el suelo.
- ✓ Surcadura.- Se hizo con arado surcador graduado a un distanciamiento de 0.80 m.
- ✓ Trazado y marcado del campo; se realizó de acuerdo a las dimensiones indicadas en el Croquis 01

5. Desinfección de la semilla:

Se efectuó previo a la siembra empleándose extracto de ajo, a la dosis de 100 cc.por kilogramo de semilla de frijol.

6. Siembra.-Se ejecutó cuando el terreno estuvo en capacidad de campo. La siembra fue manual colocándose 5 semillas por golpe en el lomo de surco, con el fin de dejar con el desahije 1, 3 y 4 plantas por golpe (factor en estudio), los distanciamientos de siembra fueron de 0.30 y 0.40 m. entre golpes (factor en estudio) y 0.80 m. entre surcos. Considerando el peso promedio de 100 semillas se empleó aproximadamente 15 kg./ha.

7. Fertilización al suelo: Para la presente labor agronómica se utilizó Superfosfato triple de Calcio 46%  $P_2O_5$ , en la dosis de 100 kg.  $P_2O_5$ /ha. La aplicación se hizo cuando el cultivo presentó un 100% a la emergencia total.

8. Desahijé.-Se efectuó cuando la planta tenía una edad de 15 días después de la siembra, dejándose sólo 1, 3 y 4 plantas por golpe.

9. Control Fitosanitario.-En este aspecto se debe reportar la presencia de “Mosquilla” (Hydrellia wertii), “Pulgón” (Aphis gossypi) y “Cigarrita” (Empoasca kraemerii) para lo cual se efectuó aplicaciones de extracto de ajo a la dosis 1 lt/20 lt. de agua.

10. Deshierbos.-Se efectuaron tres (03) deshierbos manuales a los 18, 33 y 51 días después de la siembra. Las malezas que predominaron fueron: “Coquito” (Cyperus

sculentum), la “Verdolaga” (Portulaca oleracea) y “Cadillo” (Cenchrus echinatus)

11. Cultivo: Se ejecutó a los 25 días después de la siembra con el fin de airear el suelo y estimular una mejor oxigenación del cultivo.
12. Riegos.-Se aplicaron riegos ligeros a los 12, 35, 52 y 69 días después de la siembra.
13. Cosecha.-Se efectuó en forma manual, extrayéndose las plantas de los surcos centrales las cuales se sometieron a un secado por 72 horas y después ser trillados recolectándose el grano cosechado para luego pesarse . Los valores se reportan en kilogramos por área cosechable y luego ser transformados a kilogramo por hectárea.

### **3.5.8 Observaciones experimentales**

#### **a) Rendimiento de grano (kg./ha.)**

Se determinó en base al grano cosechado de las plantas de los surcos centrales de cada tratamiento en estudio, el cual es referido en kg./área cosechable para luego transformarse en kg./ha.

#### **b) Número de vainas por planta:**

Se evaluó al momento de la cosecha, tomándose diez (10) plantas competitivas al azar de cada tratamiento, contándose en cada una de ellas el número total de vainas por planta. Se reporta el dato promedio.

#### **c). Número de granos por vaina:**

Esta observación se efectuó tomando al azar diez (10) vainas de cada tratamiento, y a las cuales individualmente se le contó el número de granos, refiriéndose al valor promedio.



d) Peso de 100 granos (g.):

Se determinó en base a cinco (05) muestras de 100 granos cosechados de cada tratamiento, las cuales fueron pesados por separado en una balanza analítica para referir luego el peso promedio expresado en gramos.

e) Altura de planta (cm.):

Se realizó tomando diez (10) plantas competitivas de los surcos centrales a las que se le midió su altura desde el cuello de la planta hasta la yema terminal del tallo principal, se empleó una cinta métrica y se efectuó al 100% de floración de cada unidad experimental. Se expresa en centímetros.

f) Área foliar por planta (dm<sup>2</sup>):

Se determinó en plena floración, para lo cual se tomaron diez (10) plantas al azar de los surcos laterales las cuales se defoliaron para proceder a aplicar el método del sacabocado, registrándose los resultados en dm<sup>2</sup>/planta. La presente evaluación se efectuó en el laboratorio de análisis de productos agrícolas del Departamento Académico de Agronomía y Fitotecnia. Para la ejecución de este método, de cada una de las plantas elegidas al azar se tomó una hoja de la parte basal, media y superior a las cuales se les tomó el foliolo central y se perforó a cada una de ellas para luego pesarse el disco sacado y sacar el peso promedio del disco. Los discos de lámina foliar fueron obtenidos con un sacabocado de 2,3 cm de diámetro, previamente se pesó la masa fresca de cada una de las plantas elegidas. El área foliar, se obtuvo por el método de relación peso: área (o del sacabocado).

$$\text{Área de un disco de hoja} = \pi \cdot r^2$$

$$\text{Diámetro de sacabocado (cm)} = 0,5 \text{ cm}$$

$$\text{Área disco (cm}^2\text{)} = 0,1963\text{cm}^2$$

g) Días al inicio de floración:

Se determinó contando el número de días transcurridos desde la siembra hasta que las plantas de los surcos centrales presentaron al menos una flor.

h) Periodo vegetativo:

Para esto, se contó el número de días transcurridos desde la siembra hasta la cosecha de cada variedad evaluada.

i) Número de nódulos por planta:

Se evaluaron cuando el cultivo se encontró en plena floración, para lo cual se tomaron diez (10) plantas competitivas de surcos laterales de los tratamientos en estudio, observándose en cada una de ellas la presencia de nódulos en el sistema radicular y reportándose el valor promedio.

### **3.5.9 Análisis Económico**

Se realizó en función del valor bruto de la producción de los costos correspondientes a los tratamientos en estudio, los cuales nos permitió obtener la utilidad y mediante el uso de la relación beneficio/costo calcular la rentabilidad económica.

## **3.6 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS**

La técnica empleada en la presente investigación fue la observación además como instrumento la libreta de apuntes, cámara fotográfica y equipos de campo y laboratorio. Los datos obtenidos en la técnica de recolección de datos nos permitieron realizar el Análisis de la Varianza y la correspondiente Prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad para rendimiento de grano y las diferentes características planteadas a evaluar, por último se procedió el análisis económico.

### 3.7 CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

#### A. Sub-Parcela

Largo	:	6.00 m.
Ancho	:	3.20 m.
Área total	:	19.20 m <sup>2</sup> .
Separación entre parcelas	:	0.80 m.

#### B. Parcela

Largo	:	13.00 m.
Ancho	:	6.00 m.
Área total	:	78.00 m <sup>2</sup>
Separación entre parcelas	:	1.00 m.

#### C. Block

Largo	:	27.00 m.
Ancho	:	6.00 m.
Área total	:	142.00m <sup>2</sup>

#### D. Campo experimental

Largo	:	28.50 m.
Ancho	:	27.00 m.
Área total	:	769.50 m <sup>2</sup>

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1 ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DEL SUELO EXPERIMENTAL**

Según el Cuadro 4.1, de los resultados del análisis físico-químico del suelo experimental, se puede establecer que éste presentó una textura de suelo franco arenoso con un predominio de arena que reporta un valor de 75%, de limo 15% y arcilla 10%, un pH. igual a 7.12 que es considerado como un nivel ligeramente alcalino; un contenido de materia orgánica igual a 1.06% y de nitrógeno total de 0.35% que son considerados niveles bajos.

El fósforo disponible indica un valor igual a 20.0 ppm. que indica un nivel medio, el potasio asimilable con un contenido de 185 ppm. establece un nivel alto.

El contenido de calcáreo nos indica un valor de 0.32%, es decir un nivel medio.

La conductividad eléctrica reporta un resultado igual a 0.29 dS/m. es decir un nivel bajo en sales.

La capacidad de intercambio catiónico establece un valor de 8.16 cmol<sup>(+)</sup>k. de suelo con predominio de los cationes Ca y Mg.

Los valores anotados nos indican que el cultivo se instaló en un suelo con características adecuadas para su crecimiento y desarrolló ya que según Oplinger et al. (1997) el locotao se adapta a una amplia gama de suelos bien drenados, pero es mejor en suelos franco arenosos fértiles. Así mismo según el Instituto Nacional de Investigación Agraria –INIA (2000), el frijol locotao requiere suelo Franco sin problemas de salinidad. La conductividad eléctrica en el suelo no debe ser mayor de 2 mmhos/cm. Bien drenados y nivelados. De textura franca (arenoso, limoso o arcilloso) y con buen contenido de materia orgánica y nivel de salinidad tolerada.

CUADRO 4.1: RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO DEL SUELO  
DEL CAMPO EXPERIMENTAL

DETERMINACIONES	UNIDAD	VALOR
- Textura		Franco arenoso
Arena	%	75
Limo	%	15
Arcilla	%	10
- Reacción	pH	7.12
- Materia orgánica	%	1.06
- Nitrógeno total	%	0.35
- Calcáreo ( $\text{CaCO}_3$ )	%	0.32
- Fósforo disponible	ppm. P	20.0
- Potasio asimilable	ppm. K	185.0
- Conductividad Eléctrica	dS/m.	0.29
- Capacidad de intercambio catiónico	Cmol <sup>(+)</sup> /k.	8.16
Ca <sup>++</sup>	Cmol <sup>(+)</sup> /k.	5.00
Mg <sup>++</sup>	Cmol <sup>(+)</sup> /k.	2.10
K <sup>+</sup>	Cmol <sup>(+)</sup> /k.	0.55
Na <sup>+</sup>	Cmol <sup>(+)</sup> /k.	0.41

## 4.2. CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS

El Cuadro 4.2, nos muestra los valores de los factores climáticos ocurridos durante la conducción del cultivo y según los cuales podemos indicar:

La temperatura máxima reportó un valor descendente entre 35.3 °C a 30.7°C; la temperatura mínima de 23.7°C a 19.6°C y un rango de temperatura media de 28.8°C a 24.6°C.

La humedad relativa registra valores descendentes que varían entre 64.0% a 76.0%.

La precipitación pluvial reporta valores en un rango también descendente de 0.0 mm.

En lo que respecta a horas de sol, estos valores fluctuaron entre 6.2 a 8.0 horas.

Tal como se indica, estas condiciones climáticas aun habiéndose apreciado ligeras variaciones fueron favorables para el cultivo de frijol loctao en su producción de grano, demostrando su capacidad de rusticidad.

Tal como se indica, estas condiciones climáticas se expresan con temperaturas descendientes en relación a la evolución de estación climática apreciándose así mismo un incremento de la humedad relativa y ascenso de las horas de sol pero que aun así fueron favorables para el cultivo de frijol loctao tal como lo indican GOMEZ (2000) e IICA (1989), que sostienen que este cultivo se adapta bien a zonas cálidas, semiáridas soportando temperaturas de hasta 40°C., como mínima de 12°C y óptimas de 18 a 24°C; en cuanto a horas de sol necesita de 6 a 7 horas..

CUADRO 4.2: DATOS CLIMATOLÓGICOS PROMEDIOS MENSUALES DURANTE  
EJECUCIÓN DEL EXPERIMENTO. PIURA 2018

MESES	TEMPERATURA ( °C )			H.R. (%)	p.p. (mm.)	HORAS SOL
	Máx.	Mínima	Media			
Febrero 2018	35.1	23.7	28.8	65.0	0.0	6.2
Marzo 2018	35.3	22.5	28.2	64.0	0.0	7.4
Abril 2018	34.3	21.6	27.5	67.00	0.0	8.0
Mayo 2018	30.7	19.6	24.6	76.00	0.0	6.8

Fuente: Estación Meteorológica de Miraflores – SENAMHI.

### 4.3 EVALUACIÓN DE LA FENOLOGÍA DEL FRIJOL LOCTAO

La presente evaluación se efectuó en base a los principios establecidos por el CIAT (1983) y para lo cual se consideró las siguientes etapas y fases del frijol loctao:

<b>Etapas vegetativas</b>	<b>Nº de días después de la siembra</b>
V0 Germinación:	3
V1. Emergencia:	5
V2. Hojas primarias:	7
V3. Primera hoja trifoliada:	10
V4. Tercera hoja trifoliada:	12
<b>Etapas reproductivas</b>	
R5. Prefloración:	32
R6. Floración:	36
R7. Formación de vainas:	40
R8. Llenado de las vainas:	56
R9. Maduración:	68

#### **Etapas vegetativas**

VO. Germinación: es la etapa en la cual la semilla tiene humedad suficiente para el comienzo del proceso de germinación; es decir, el día del primer riego, o de la primera lluvia si se siembra en suelo seco.

V1. Emergencia: se inicia cuando los cotiledones de la planta aparecen al nivel del suelo y se considera que un cultivo de frijol inicia esta etapa cuando el 50% de la población esperada, presenta los cotiledones al nivel del suelo.



- V2. Hojas primarias: comienza cuando las hojas primarias de la planta están desplegadas. Para un cultivo se considera que esta etapa comienza cuando el 50% de las plantas presenta esta característica.
- V3. Primera hoja trifoliada: se inicia cuando la planta presenta la primera hoja trifoliada completamente abierta y plana. Cuando el 50% de las plantas de un cultivo presenta la hoja trifoliada desplegada, se inicia esta etapa.
- V4. Tercera hoja trifoliada: comienza cuando la tercera hoja trifoliada se encuentra desplegada. En un cultivo se considera que se inicia cuando el 50% de las plantas presenta esta característica.

### **Etapas reproductivas**

- R5. Prefloración: se inicia cuando aparece el primer botón diferenciado o el primer racimo. En condiciones de cultivo, cuando el 50% de las plantas presenta esta característica.
- R6. Floración: se inicia cuando la planta presenta la primera flor abierta y, en el cultivo, cuando el 50% de las plantas presenta esta característica.
- R7. Formación de vainas: se inicia cuando la planta presenta la primera vaina con la corola de la flor colgada o desprendida, y en condiciones de cultivo, cuando el 50% de las plantas presenta esta característica.
- RB. Llenado de las vainas: se inicia cuando el 50% de las plantas empieza a llenar la primera vaina. Comienza entonces el crecimiento activo de las semillas.
- R9. Maduración: se considera como la última escala de desarrollo, ya que en ella ocurre la maduración. El cultivo inicia su decoloración y secado, en el 50% de las plantas.

En los valores establecidos para cada etapa y fase fenológica del cultivo de frijol loctao, se debe destacar la incidencia principal de los factores climáticos, especialmente de la temperatura y de las horas de sol que se presentaron durante todo el crecimiento y desarrollo del cultivo. Así mismo hay que tomar en consideración como parte de los factores que intervienen en este proceso las diferentes labores agronómicas que se desarrollaron, tal como lo sostiene Tapia y Camacho (1988)

referenciado por Ventura (1991) quienes determinaron que la duración de las distintas etapas en los frijoles está determinada por el hábito de crecimiento (Tipo I, II, III y IV); el clima (temperatura, fotoperiodo); el suelo (fertilidad, condiciones físicas) y el genotipo. La luz es otro factor que tiene un efecto directo en las etapas de desarrollo y la morfología de la planta.

Entre los factores que afectan la duración de las etapas fenológicas, se encuentra el genotipo y el clima. Entre los factores climáticos que más inciden se encuentran la luz y la temperatura. Tanto los promedios de estos factores como las variaciones diarias y estacionales, desempeñan una función importante en la duración de las etapas. (Palomino, 2015)

Por otro lado, Ventura (1991) efectuando una investigación sobre Fenología y Fenometría de una Variedad y una Línea de Frijol (*Phaseolus vulgaris*) en la Zona Occidental de El Salvador, establece que el cultivo del frijol, tiene factores que limitan su producción entre los cuales el comportamiento de los elementos atmosféricos es decisivo.

Al respecto también White (1985), mencionado por Ventura, (1991) establece que el frijol requiere de días cortos para que florezca. Los días largos demoran la floración y la maduración de la cosecha. Aunque existe mucha variabilidad en cuanto a la reacción varietal de frijol al fotoperiodo, el efecto de cada hora adicional de la luz retarda la maduración de la semilla, que va de 2 a 6 días. El agua es el factor externo que determina más decisivamente el desarrollo del frijol común. El agua es reactivo de la fotosíntesis y elemento estructural, medio de transporte y regulador de la temperatura. Para la mayoría de los cultivos extensivos, las fases más críticas son el establecimiento o germinación y los cambios del estado vegetativo al reproductivo, incluyendo la floración y formación de cosecha (Jiménez, 1988, mencionado por Ventura, 1991).

La disponibilidad de humedad, la temperatura, el fotoperiodo y sus interacciones, influyen notoriamente en el crecimiento y desarrollo del frijol (Masaya y White, 1991; Acosta y White, 1995; Acosta et al., 1996<sup>a</sup>, referenciados por Rosales, Ochoa y Acosta, 2001), así como en la duración de las etapas fenológicas, como de la siembra a floración y a la madurez fisiológica.

#### **4.4 RENDIMIENTO DE GRANO (kg/área cosechable: 6 x 1.60: 9.60 m<sup>2</sup>)**

Según el análisis de varianza, Cuadro 4.3, se aprecia una significación estadística para el factor distancia entre golpes y la interacción respectiva, mientras que para el factor número de plantas por golpe una alta significación estadística.

Los coeficientes de variabilidad hallados fueron igual a 6.87% para parcela y 6.23% para subparcela.

##### **EFEECTO PRINCIPAL DISTANCIA ENTRE GOLPES**

La correspondiente prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad nos muestra un comportamiento estadístico diferente entre las distancias de golpe evaluados y en donde la distancia de 0.30m. Superó numérica y estadísticamente a la distancia de 0.40m. con un rendimiento de grano igual a 2422.74 kg/ha. Con la distancia de 0.40m. se alcanzó un menor rendimiento de grano igual a 2136.28 kg/ha. Véase Figura 4.1

Los valores de rendimiento de grano alcanzados en la presente investigación con el distanciamiento entre golpes de 0.30m. es atribuible al mayor número de plantas cosechables distribuidas a un menor espacio entre los golpes lo cual se expresa en el mayor número de órganos fructíferos y de grano obtenido por unidad de superficie.

##### **EFEECTO PRINCIPAL NÚMERO DE PLANTAS POR GOLPE**

Según la prueba de Duncan, Cuadro 4.4, se aprecia que entre los diferentes niveles de número de plantas por golpe se aprecia un comportamiento estadístico diferente, estableciéndose una tendencia lineal ascendente en los resultados y en donde el mayor rendimiento de grano se manifiesta con el mayor número de plantas por golpe es decir con 4 plantas por golpe con un valor promedio igual a 2506.51 kg/ha. El menor

rendimiento de grano se reporta con 1 planta por golpe con un valor igual a 2076.82 kg/ha.

Tal como se aprecian los rendimientos de grano logrados, se establece que a medida que se incrementa el número de plantas por golpe se incrementa el rendimiento de grano, en razón a un mayor número de plantas por golpe cosechadas que redunda en un mayor número de órganos fruteros disponibles.

Nuestra investigación se respalda por los resultados hallados por Salinas (2014) quien en una investigación sobre la ubicación de la semilla en el surco y del número de plantas por sitio para la producción de frijol loctao empleando la Variedad Jumbo, concluyó que: El número de plantas por sitio de mejor respuesta en la producción de grano del frijol loctao fue de tres (03) plantas por sitio que permitió obtener 2122.40 kg. ha<sup>-1</sup>, así mismo Chunga (2011) investigando en el frijol loctao el efecto de número de plantas por sitio, así como la ubicación de la semilla en el surco, concluyó que: El número de plantas por sitio de mejor respuesta en la producción de grano del frijol loctao fue 3 plantas por sitio que permitió obtener 1638.89 kg/ha.

## **EFFECTO DE LAS INTERACCIONES**

El correspondiente Cuadro de la prueba de Duncan, nos permite apreciar que las interacciones entre

1 planta por golpe con las respectivas distancias entre golpes evaluadas muestra un comportamiento estadístico similar. Las interacciones de 3 y 4 plantas por golpe con las distancias entre golpes de 0.30 y 0.40m. son estadísticamente diferentes.

Las interacciones de la distancia entre golpes de 0.30m. con los diferentes números de plantas por golpe establecen un comportamiento estadístico diferente. La distancia entre golpes de 0.40m. en interacción con 1, 3 y 4 planta por golpe muestra un comportamiento estadístico similar entre ellas.

El mayor rendimiento de grano, lo establece la interacción de la distancia entre golpes de 0.30m. con 4 plantas por golpe al reporta un rendimiento de grano igual a 2781.25 kg/ha. Observar Figura 4.3

En trabajo similar Urbina (2015) evaluando el efecto del distanciamiento de siembra y el número de plantas por golpe en la producción de grano seco del frijol loctao Variedad Vista Florida, concluyó en relación al número de plantas por golpe que: El mejor número de plantas por golpe fue cuando se colocó 4 plantas por golpe reportándose un rendimiento de 1987 kg. ha-1. La mejor combinación que permitió obtener el mayor rendimiento de grano fue con el distanciamiento entre golpes de 30 cm. y colocándose 4 plantas/golpe lográndose obtener 2129 kg. ha-1

Cuadro 4.3 Análisis de varianza para Rendimiento de grano (Kg/área cosechable) 6 x 1.60 = 9.60 m<sup>2</sup>

FV	GL	SC	CM	Fc	SIGNIF.
Bloques	3	0.146	0.049	2.16	
Distancia entre golpes (D)	1	0.454	0.454	20.08	*
Error (a)	3	0.068	0.023		
Número plantas golpe (N)	2	0.687	0.344	18.48	**
InteracciónDxN	2	0.225	0.112	6.04	*
Error (b)	12	0.223	0.019		
Total	23	1.803			

CV (a): 6.87% CV (b): 6.23%

Cuadro 4.4 Efecto principal Distancia entre golpes, Número de plantas por golpe e interacción sobre el Rendimiento de grano (kg/ha.). Prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad

Número de plantas por golpe	Distancia entre golpes (m.)		Efecto principal Número de plantas por golpe
	0.30 m.	0.40 m.	
1 planta/golpe	2106.77 c A	2046.88 a A	2076.82 c
3 planta/golpe	2380.21 b A	2130.21 a B	2255.21 b
4 planta/golpe	2781.25 a A	2231.77 a B	2506.51 a
Efecto principal Distancia entre golpes (m.)	2422.74 A	2136.28 B	

Letras mayúsculas para comparaciones horizontales, Letras minúsculas para comparaciones verticales

Promedios que tienen la misma letra son estadísticamente iguales, caso contrario son estadísticamente diferentes.

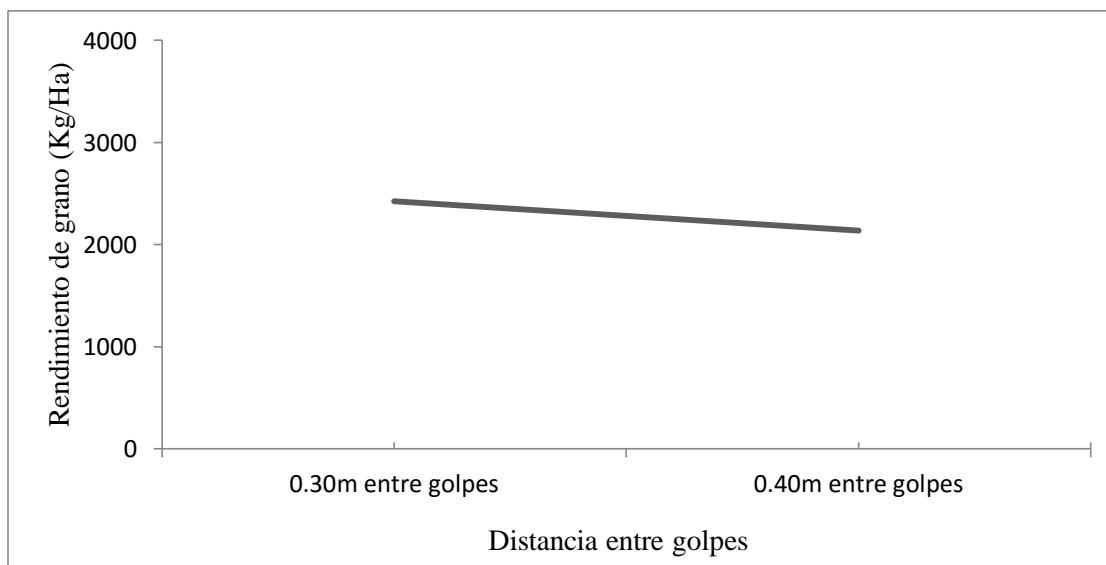


Figura 4.1 Efecto principal Distancia entre golpes sobre Rendimiento de grano (kg/ha.)

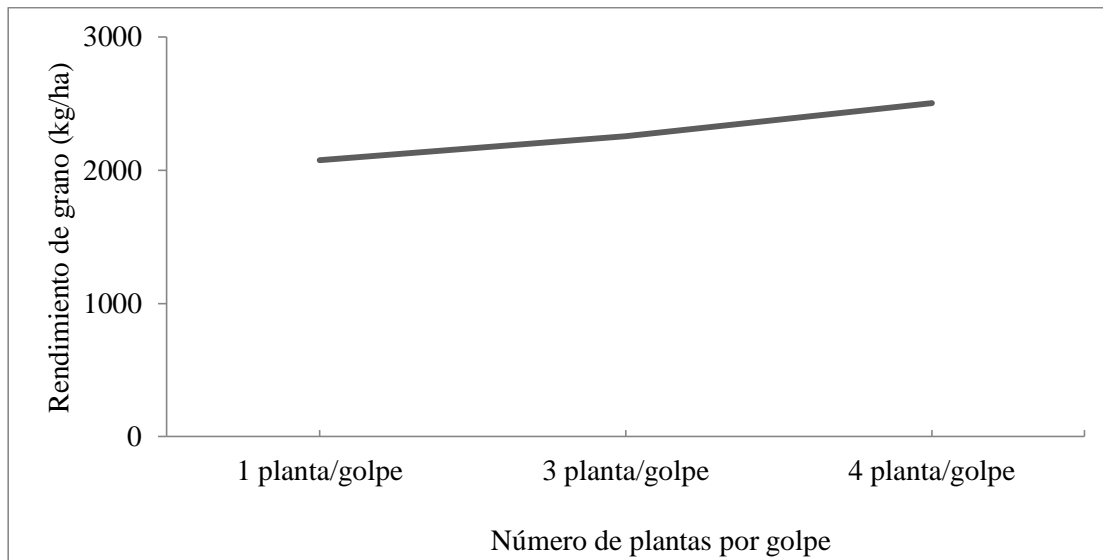


Figura 4.2 Efecto principal Número de plantas por golpe sobre el Rendimiento de grano (kg/ha.)

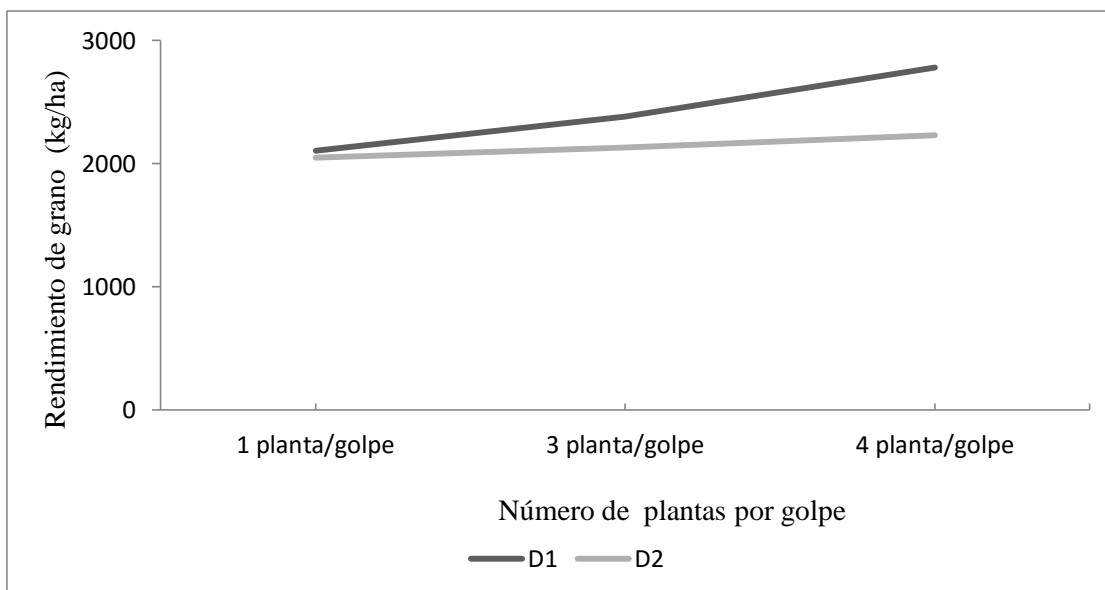


Figura 4.3 Efecto de las interacciones sobre Rendimiento de grano (kg/ha.)

#### **4.5 NÚMERO DE VAINAS POR PLANTA**

De acuerdo a los valores logrados y establecidos en el Cuadro 4.5, se observa significación estadística para los factores en estudio: distancia entre golpes y número de plantas por golpe. No se aprecia significación estadística alguna para la interacción de los factores.

Se cuantifican coeficientes de variabilidad de 13.93% para parcela y 9.48%

##### **EFFECTO PRINCIPAL DISTANCIA ENTRE GOLPES**

La prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad, Cuadro 4.6, nos permite observar un comportamiento estadístico diferente entre las distancias entre golpes evaluadas y en donde con la distancia entre golpes de 0.40 m. se obtiene una cantidad de 61.25 vainas por planta mientras que con la distancia de 0.30 se reporta un promedio de 46.75 vainas por planta. Observar Figura 4.4

Los valores obtenidos para la presente característica se atribuyen a que a mayor distancia entre golpes las plantas disponen de una mayor disponibilidad de recursos especialmente de luz y espacio, factores que influyen en los procesos fisiológicos propios de la formación de órganos fruteros.

##### **EFFECTO PRINCIPAL NÚMERO DE PLANTAS POR GOLPE**

La prueba de Duncan, Cuadro 4.6, nos indica que los niveles de 1 y 3 plantas por golpe muestran un comportamiento estadístico similar entre ellos pero diferentes estadísticamente al nivel de 4 plantas por golpe. Con 1 planta por golpe se reporta un valor promedio igual a 57.63 vainas mientras que con 4 plantas por golpe se reporta 49.00 vainas por planta. Observar Figura 4.5

##### **EFFECTO DE LAS INTERACCIONES**

De acuerdo a lo apreciado en la prueba de Duncan, se establece que las interacciones de los niveles de los diferentes números de plantas por golpe con las distancias entre golpes muestran un comportamiento estadístico diferente.



La distancia de 0.30m. en interacción con 1 y 3 plantas por golpe muestran un comportamiento estadístico similar pero difieren estadísticamente para con 4 plantas por golpe. Las interacciones de la distancia entre golpes de 0.40m. con los diferentes niveles de número de plantas por golpe muestran un comportamiento estadístico similar entre ellos.

El mayor número de vainas por planta lo reporta la interacción de la distancia entre golpe de 0.40 m. con 1 planta por golpe con 65.0 por vainas planta. Observar Figura 4.6

Cuadro 4.5 Análisis de varianza para Número de vainas por planta para subparcela.

FV	GL	SC	CM	Fc	SIGNIF.
Bloques	3	184.000	61.333	1.08	
Distancia entre golpes (D)	1	1261.500	1261.500	22.28	*
Error (a)	3	169.833	56.611		
Número plantas golpe					
(N)	2	320.250	160.125	6.11	*
Interacción DxN	2	27.750	13.875	0.53	NO
Error (b)	12	314.667	26.222		
Total	23	2278.000			

CV (a): 13.93%      CV (b): 9.48%

Cuadro 4.6: Efecto principal Distancia entre golpes, Número de plantas por golpe e interacción sobre el Número de vainas por planta. Prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad

Número de plantas por golpe	Distancia entre golpes (m.)		Efecto principal Número de plantas por golpe
	0.30 m.	0.40 m.	
1 planta/golpe	50.25 a B	65.00 a A	57.63 a
3 planta/golpe	49.50 a B	61.25 a A	55.38 a
4 planta/golpe	40.50 b B	57.50 a A	49.00 b
Efecto principal Distancia entre golpes (m.)	46.75 B	61.25 A	

Letras mayúsculas para comparaciones horizontales, Letras minúsculas para comparaciones verticales

Promedios que tienen la misma letra son estadísticamente iguales, caso contrario son estadísticamente diferentes.

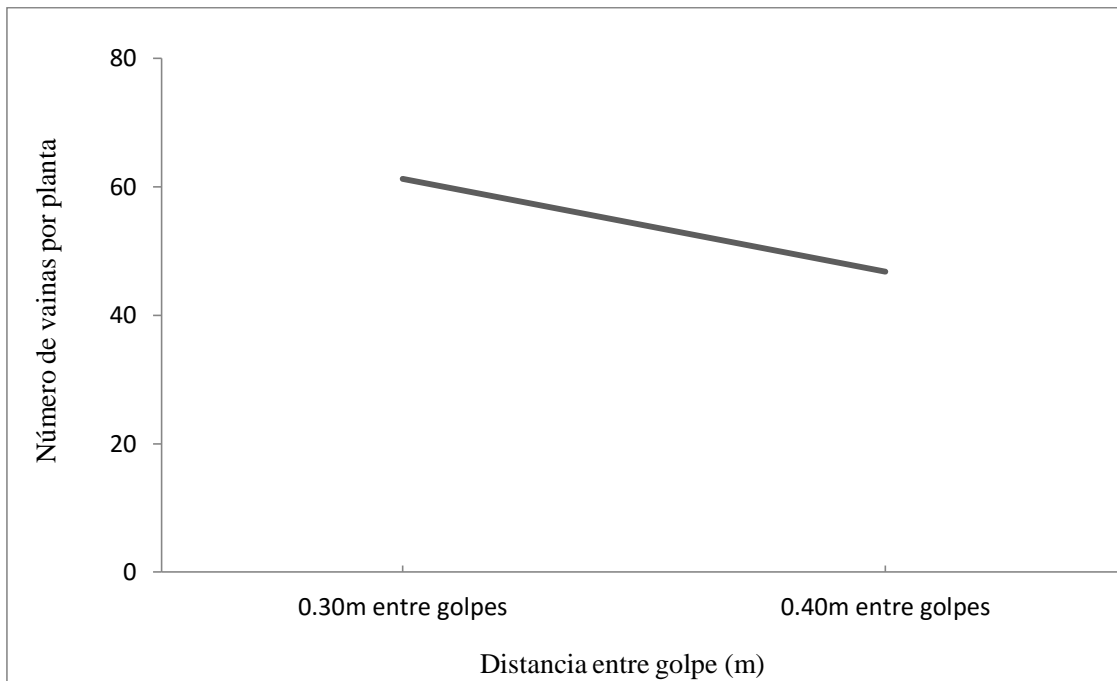


Figura 4.4 Efecto principal Distancia entre golpes sobre Número de vainas por planta

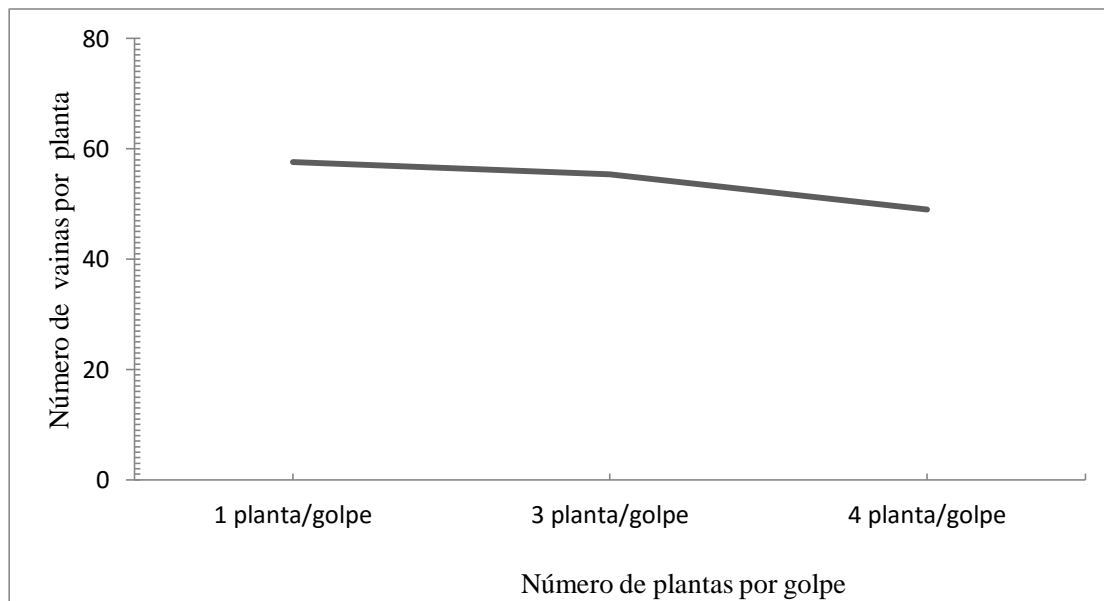


Figura 4.5 Efecto principal Número de plantas por golpe sobre Número de vainas por planta

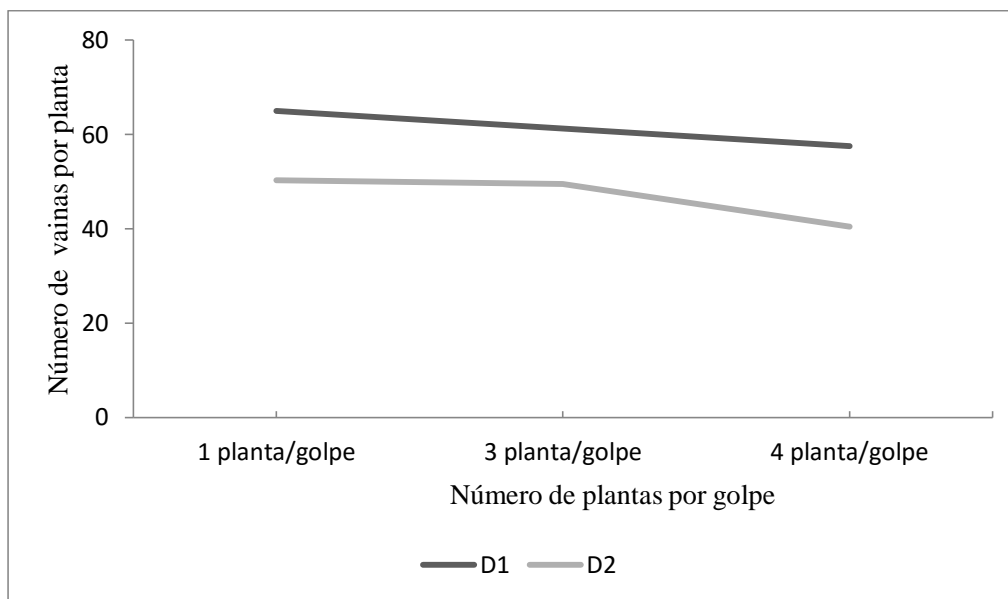


Figura 4.6 Efecto de las interacciones sobre Número de vainas por planta

#### **4.6 NÚMERO DE GRANOS POR VAINA**

Lo indicado en el Cuadro 4.7 del análisis de varianza, nos reporta que los factores en estudio: distancia entre golpes y el número de plantas por golpe no reportan significación estadística alguna. La interacción de los factores muestra significación estadística.

Se cuantifican coeficientes de variabilidad de 5.95% para parcela y 5.23% para subparcela, respectivamente,

##### **EFFECTO PRINCIPAL DISTANCIA ENTRE GOLPES**

La prueba de Duncan, Cuadro 4.8, nos permite visualizar un comportamiento estadístico similar entre las distancias entre golpes en estudio. Con las distancias de 0.30 m y 0.40m. se reportan valores de 11.75 y 11.67 granos por vaina, respectivamente.

##### **EFFECTO PRINCIPAL NÚMERO DE PLANTAS POR GOLPE**

De acuerdo a la prueba de Duncan, podemos indicar un comportamiento estadístico similar entre los diferentes números de plantas evaluadas. Se aprecia que con 1 planta por golpe logra 12.0 granos por vaina mientras que con 4 plantas por golpe se obtuvo 11.50 plantas por vaina.

##### **EFFECTO DE LAS INTERACCIONES**

El Cuadro correspondiente de las interacciones nos muestra un comportamiento estadístico similar entre las diferentes interacciones de los factores desarrollados.

Cuadro 4.7 Análisis de varianza para Número de granos por vaina

FV	GL	SC	CM	Fc	SIGNIF.
Bloques	3	0.792	0.264	0.54	
Distancia entre golpes					
(D)	1	0.042	0.042	0.0857	NO
Error (a)	3	1.458	0.486		
Número plantas golpe					
(N)	2	1.083	0.542	1.44	NO
Interacción DxN	2	3.083	1.542	4.11	*
Error (b)	12	4.500	0.375		
Total	23	10.958			

CV (a): 5.95%    CV (b): 5.23%

Cuadro 4.8: Efecto principal Distancia entre golpes, Número de plantas por golpe e interacción sobre el Número de granos por vaina. Prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad

Número de plantas por golpe	Distancia entre golpes (m.)		Efecto principal Número de plantas por golpe
	0.30m.	0.40 m.	
1 planta/golpe	12.00 a A	12.00 a A	12.00 a
3 planta/golpe	11.25 a A	12.00 a A	11.63 a
4 planta/golpe	12.00 a A	11.00 a A	11.50 a
Efecto principal distancia entre golpes (m.)	11.75 A	11.67 A	

Letras mayúsculas para comparaciones horizontales, Letras minúsculas para comparaciones verticales

Promedios que tienen la misma letra son estadísticamente iguales, caso contrario son estadísticamente diferentes

#### **4.7 PESO DE 100 GRANOS (g.)**

El análisis de varianza, Cuadro 4.9, nos permite establecer que el factor Distancia entre golpes no presenta significación estadística mientras que el factor número de plantas por golpe muestra una alta significación estadística. La interacción de los factores establece significación estadística.

Los coeficientes de variabilidad obtenidos son de 2.65% para parcela y 1.40% para subparcela.

##### **EFFECTO PRINCIPAL DISTANCIA ENTRE GOLPES**

Teniendo en consideración la prueba de Duncan, Cuadro 4.10, se establece un comportamiento estadístico similar entre las distancias entre golpes estudiadas. Se visualiza que con la distancia entre golpes de 0.40 m. se alcanza un peso para 100 granos de 5.31 gramos, mientras que con la distancia de 0.30 m. se aprecia un valor igual a 5.18 gramos.

##### **EFFECTO PRINCIPAL NÚMERO DE PLANTAS POR GOLPE**

Según la prueba de Duncan, se aprecia un comportamiento estadístico diferente entre los niveles de número de plantas por golpe, apreciándose que el peso de 100 granos disminuye conforme se incrementa el número de plantas por golpe. Visualizamos que con 1 planta por golpe se obtiene el mayor peso de grano mientras que a un mayor número de plantas por golpe se reporta el menor peso de grano. Con 1 planta por golpe se reporta un peso de 100 granos igual a 5.35 gramos, con 4 plantas 5.15 gramos. Ver Figura 4.7

El mayor peso de grano para con 1 planta por golpe se establece en base a un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles al no tener que competir por éstos, lo que le permite desarrollar los diferentes procesos metabólicos de una manera óptima y eficiente influenciándose así a la obtención de mejores cosechas.

## EFFECTO DE LAS INTERACCIONES

Según las interacciones establecidas, se aprecia que 1 y 3 plantas por golpe en interacción con las distancias entre golpes evaluadas obtienen resultados estadísticamente diferentes. La interacción de 4 plantas por golpe con las distancias de 0.30 y 0.40m. entre golpes muestran un comportamiento estadístico similar.

Las interacciones de la distancia entre golpes de 0.30m. con 1 y 3 plantas por golpe establecen un comportamiento estadístico similar pero que difieren a la interacción con 4 plantas por golpe. Las interacciones de la distancia entre golpes de 0.40m. con 1, 3 y 4 plantas por golpe estadísticamente son diferentes.

La interacción que reporta el mayor peso de 100 granos es 0.40m. con 1 planta por golpe al reportar un valor promedio de 5.48 gramos. Véase Figura 4.8



Cuadro 4.9 Análisis de varianza para Peso de 100 granos (g.)

FV	GL	SC	CM	Fc	SIGNIF.
Bloques	3	0.004	0.001	0.06	
Distancia entre golpes (D)	1	0.112	0.112	5.81	NO
Error (a)	3	0.058	0.019		
Número plantas golpe (N)	2	0.161	0.080	13.28	**
Interacción DxN	2	0.063	0.031	5.18	*
Error (b)	12	0.073	0.006		
Total	23	0.470			

CV (a): 2.65%    CV (b): 1.48%

Cuadro 4.10: Efecto principal Distancia entre golpes, Número de plantas por golpe e interacción sobre el Peso de 100 granos (g.). Prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad

Número de plantas por golpe	Distancia entre golpes (m.)		Efecto principal Número de plantas por golpe
	0.30m	0.40m	
1 planta/golpe	5.22 a B	5.48 a A	5.35 a
3 planta/golpe	5.17 a B	5.31 b A	5.24 b
4 planta/golpe	5.15 b A	5.15 c A	5.15 c
Efecto principal distancia entre golpes (m.)	5.18 A	5.31 A	

Letras mayúsculas para comparaciones horizontales, Letras minúsculas para comparaciones verticales

Promedios que tienen la misma letra son estadísticamente iguales, caso contrario son estadísticamente diferentes

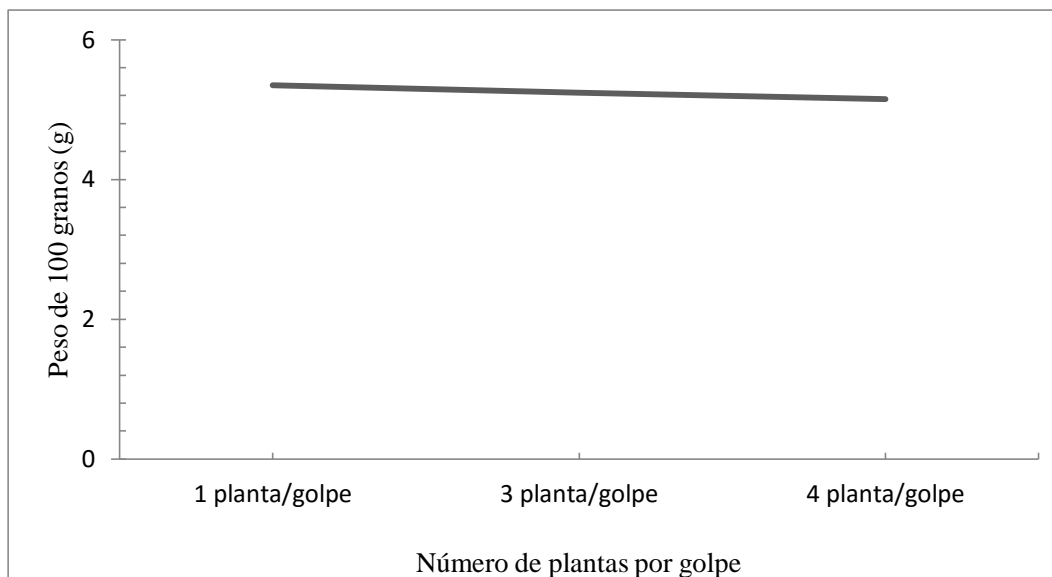


Figura 4.7 Efecto principal Número de plantas por golpe sobre Peso de 100 granos (g.)

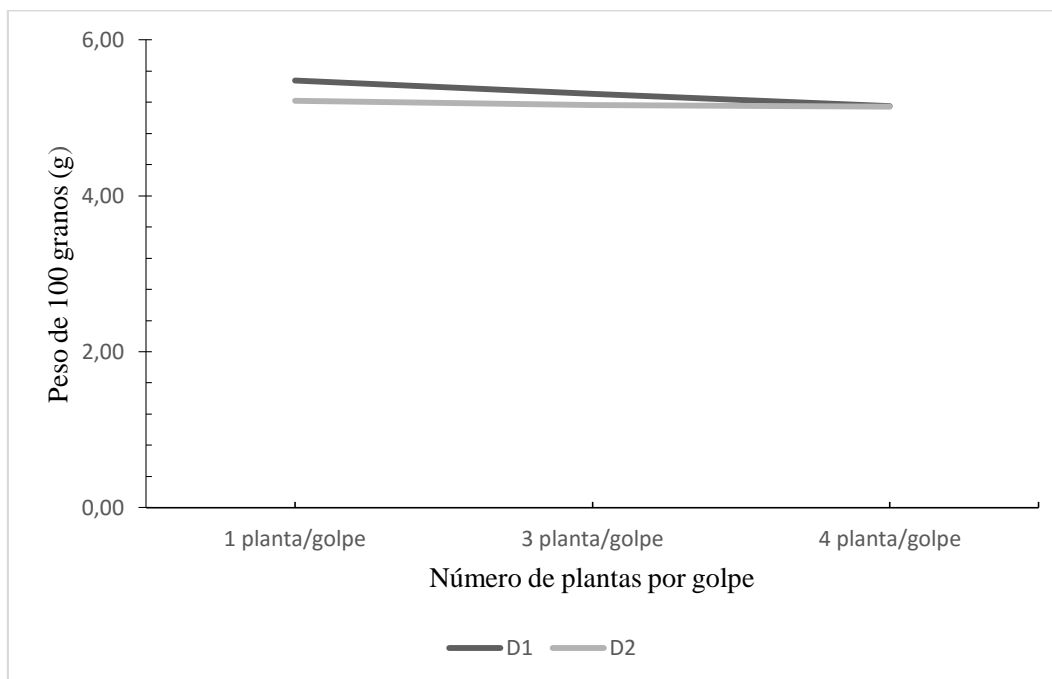


Figura 4.8 Efecto de las interacciones sobre Peso de 100 granos (g.)

#### **4.8 ALTURA DE PLANTA (cm.)**

El Cuadro 4.11, del análisis de varianza nos indica significación estadística para el factor distancia entre golpes mientras que para el factor número de plantas por golpe y la interacción respectiva no reportan significación alguna.

Se cuantifican coeficientes de variabilidad de 3,37% y 2.91% parcela y subparcela, respectivamente.

##### **EFFECTO PRINCIPAL DISTANCIA ENTRE GOLPES**

La prueba de Duncan, Cuadro 4.12, nos muestra un comportamiento estadístico diferente de las distancias entre golpes evaluadas, de manera tal que con la distancia de 0.30m. se obtiene la mayor altura de planta con 87.92 cm. y con 0.40 m. la menor altura con 82.38 cm. Ver Figura 4.9

Los resultados obtenidos nos permite apreciar la influencia de la distancia entre golpes sobre una característica importante de las plantas, cuya expresión en el presente caso de un menor espacio entre ellas incide en la búsqueda de la luz, factor que estimula al fenómeno de ahilamiento, es decir del elongamiento vegetativo.

##### **EFFECTO PRINCIPAL NÚMERO DE PLANTAS POR GOLPE**

Observándose la prueba de Duncan, se aprecia un comportamiento estadístico similar entre los diferentes niveles de número de plantas por golpe. Con 1 planta por golpe se reporta la mayor altura de planta con un valor promedio de 85.94 cm., mientras que con 4 plantas por golpe se alcanza 83.76 cm.

##### **EFFECTO DE LAS INTERACCIONES**

El cuadro correspondiente, nos permite establecer que las interacciones entre el número de plantas por golpe y las distancias entre golpes muestran un comportamiento estadístico similar.

La distancia entre golpes de 0.30m. en interacción con los diferentes niveles de número de plantas por golpe muestra un comportamiento estadístico similar, la distancia de

0.40m. en interacción con 1 y 3 plantas por golpe establecen un comportamiento estadístico similar pero que difieren estadísticamente con la interacción para con 4 plantas por golpe.

Se reporta la mayor altura de planta con la interacción de la distancia entre golpes de 0.30m. con 1 planta por golpe al obtener un promedio igual a 88.68 cm. Ver Figura 4.10

Cuadro 4.11 Análisis de varianza para Altura de planta (cm.)

FV	GL	SC	CM	Fc	SIGNIF.
Bloques	3	86.231	28.744	3.29	
Distancia entre golpes (D)	1	184.316	184.316	21.09	*
Error (a)	3	26.221	8.740		
Número plantas golpe (N)	2	23.183	11.591	1.88	NO
Interacción DxN	2	0.081	0.040	0.01	NO
Error (b)	12	73.912	6.159		
Total	23	393.943			

CV (a): 3.47%    CV (b): 2.91%

Cuadro 4.12: Efecto principal Distancia entre golpes, Número de plantas por golpe e interacción sobre Altura de planta (cm.). Prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad

Número de plantas por golpe	Distancia entre golpes (m.)		Efecto principal Número de plantas por golpe
	0.30m	0.40m	
1 planta/golpe	88.68 a A	83.20 a B	85.94 a
3 planta/golpe	88.59 a A	82.89 a B	85.74 a
4 planta/golpe	86.48 a A	81.04 b B	83.76 a
Efecto principal distancia entre golpes (m.)	87.92 A	82.38 B	

Letras mayúsculas para comparaciones horizontales, Letras minúsculas para comparaciones verticales

Promedios que tienen la misma letra son estadísticamente iguales, caso contrario son estadísticamente diferentes

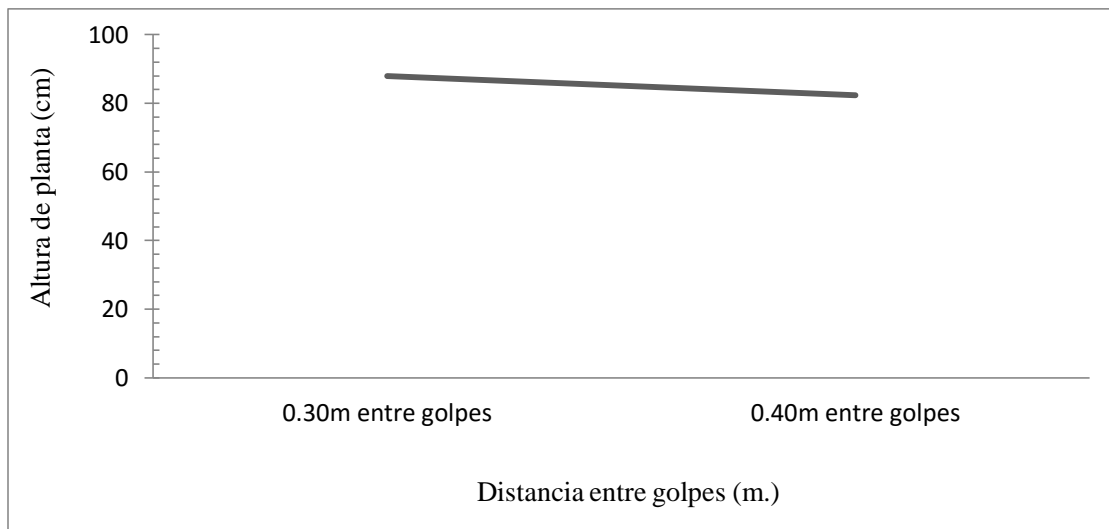


Figura 4.9 Efecto principal Distancia entre golpes sobre Altura de planta (cm.)

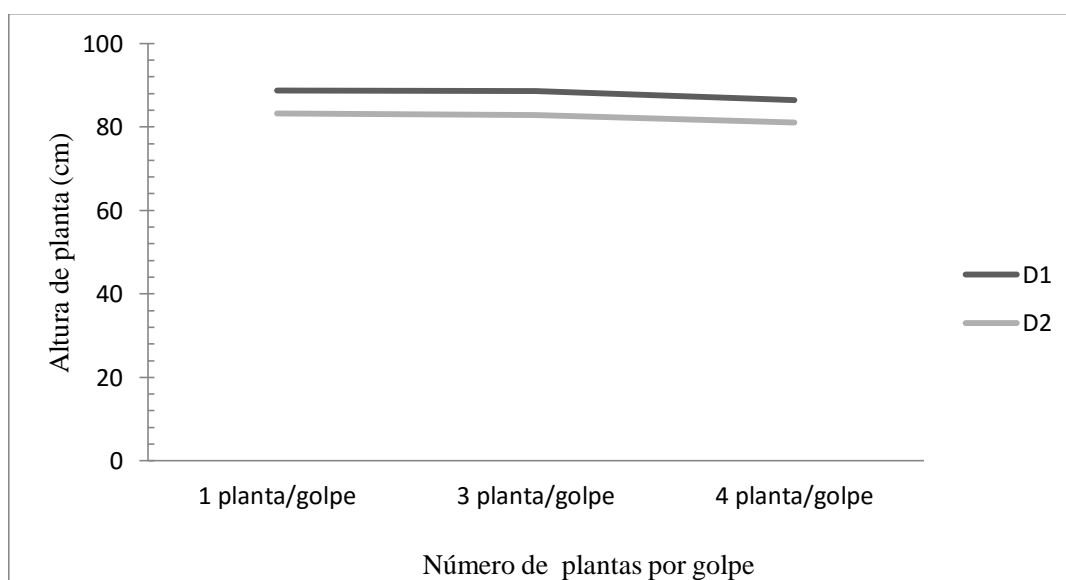


Figura 4.10 Efecto de las interacciones sobre Altura de planta (cm.)

#### **4.9 ÁREA FOLIAR POR PLANTA (dm<sup>2</sup>.)**

Visto el análisis de varianza, Cuadro 13, se establece una alta significación estadística del factor distancia entre golpe y de la interacción correspondiente. Se observa significación estadística para el número de plantas por golpe.

Se aprecia un coeficiente de variabilidad igual a 12.08% para parcela y 6.30% para subparcela.

##### **EFFECTO PRINCIPAL DISTANCIA ENTRE GOLPES**

La prueba de Duncan, Cuadro 4.14, establece un comportamiento estadístico diferente mismo entre las distancias entre golpes evaluadas. Se aprecia así mismo que con la distancia de 0.30 m. se logra la menor área foliar por planta igual a 26.71 dm<sup>2</sup>. mientras que el mayor valor promedio lo establece la distancia entre golpe de 0.40 m. con 37.31 dm<sup>2</sup>. Véase la Figura 4.11

Los valores promedios obtenidos nos permiten establecer que la distancia entre golpes más estrecha inciden sobre una mejor formación del área foliar como consecuencia del sombreamiento entre ellas lo que limita el efecto de la luz solar sobre el área foliar así como de un mejor desarrollo.

##### **EFFECTO PRINCIPAL NÚMERO DE PLANTAS POR GOLPE**

Se visualiza en el Cuadro de la prueba de Duncan, que el nivel de 1 planta por golpe muestra un comportamiento estadístico similar con 3 plantas por golpe difiriendo estadísticamente a su vez con 4 plantas por golpe. El mayor valor promedio de área foliar se reporta con 1 planta por golpe igual a 33.86dm<sup>2</sup>. El menor promedio de área foliar igual a 30.28dm<sup>2</sup> lo manifiesta el nivel de 4 plantas por golpe. Observar Figura 4.12

En el presente análisis se establece que un mayor número de plantas por golpe impide un mejor aprovechamiento de los factores climáticos para una buena formación y conformación del área foliar.

## EFFECTO DE LAS INTERACCIONES

El análisis de las interacciones nos permite indicar que los diferentes niveles del número de plantas por golpe en interacción con las respectivas distancias entre golpes muestran un comportamiento estadístico diferente.

La distancia entre golpes de 0.30m. en interacción con 1 y 3 plantas por golpe muestran un comportamiento estadístico similar entre ellas pero que difieren con la interacción para con 4 plantas por golpe.

La distancia entre golpes de 0.40m. en interacción con los diferentes niveles de número de plantas por golpe muestran un comportamiento estadístico similar.

El mayor valor promedio de área foliar por planta lo reporta la interacción de la distancia entre golpes de 0.40m. con 1 planta por golpe al obtener un valor igual a 38.51 dm<sup>2</sup>. Ver Figura 4.13

Cuadro 4.13 Análisis de varianza para Área foliar por planta (dm<sup>2</sup>.)

FV	GL	SC	CM	Fc	SIGNIF.
Bloques	3	16.351	5.450	0.36	
Distancia entre golpes (D)	1	673.206	673.206	45.06	**
Error (a)	3	44.825	14.942		
Número plantas golpe					
(N)	2	51.572	25.786	6.34	*
Interacción DxN	2	82.110	41.055	10.10	**
Error (b)	12	48.786	4.066		
Total	23	916.850			

CV (a): 12.08%    CV (b): 6.30%

Cuadro 4.14: Efecto principal Distancia entre golpes, Número de plantas por golpe e interacción sobre Área foliar por planta (dm<sup>2</sup>) Prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad.

Número de plantas por golpe	Distancia entre golpes (m.)		Efecto principal Número de plantas por golpe
	0.30m.	0.40m.	
1 planta/golpe	29.22 a B	38.51 a A	33.86 a
3 planta/golpe	28.47 a B	35.32 a A	31.89 ab
4 planta/golpe	22.46 b B	38.09 a A	30.28 b
Efecto principal distancia entre golpes (m.)	26.71 B	37.31 A	

Letras mayúsculas para comparaciones horizontales, Letras minúsculas para comparaciones verticales

Promedios que tienen la misma letra son estadísticamente iguales, caso contrario son estadísticamente diferentes.



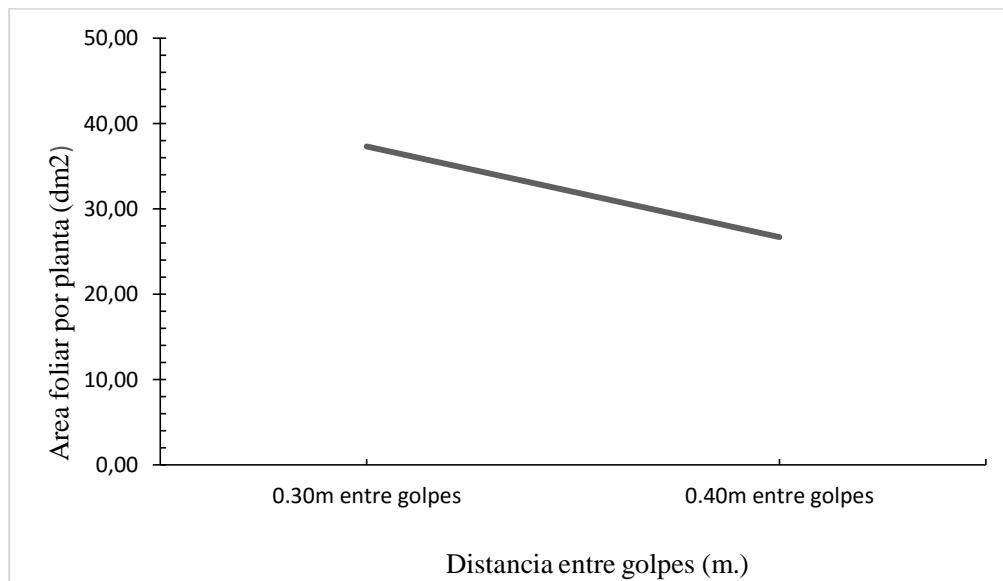


Figura 4.11 Efecto principal Distancia entre golpes sobre Área foliar por planta (dm<sup>2</sup>)

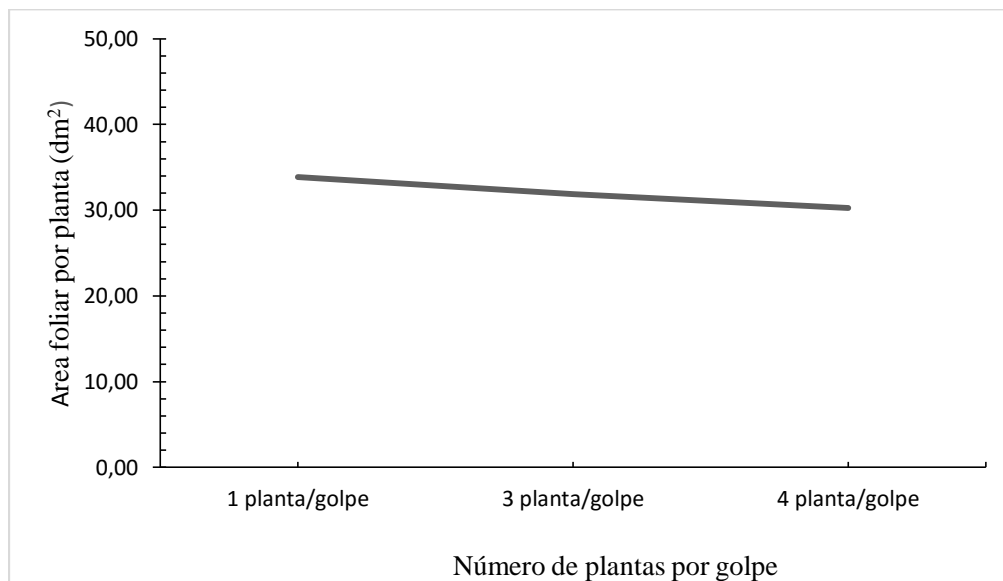


Figura 4.12 Efecto principal Número de plantas por golpe sobre Área foliar por planta (dm<sup>2</sup>)

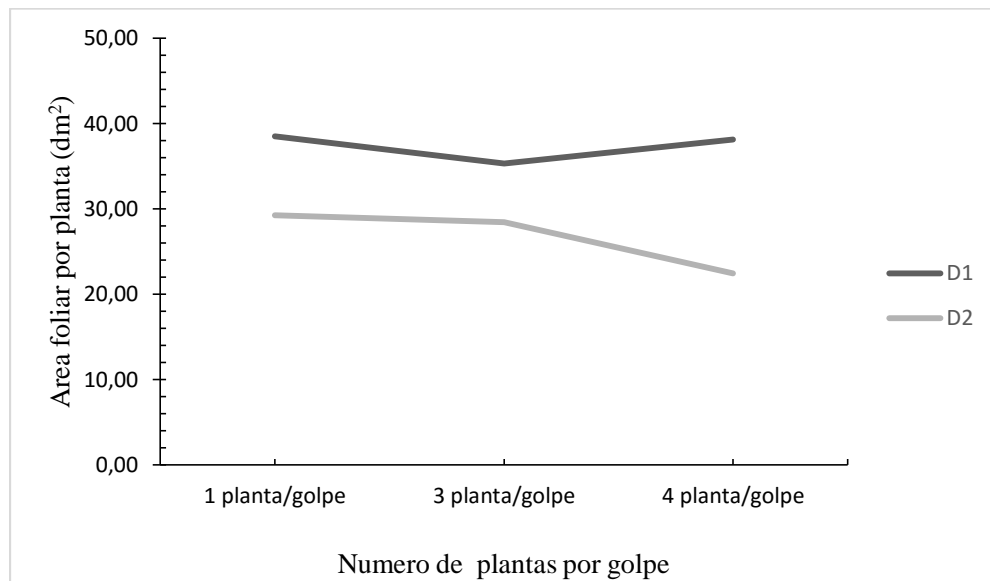


Figura 4.13 Efecto de las interacciones sobre Área foliar por planta (dm<sup>2</sup>)

#### **4.10 NÚMERO DE NODULOS POR PLANTA**

Visto el Cuadro 4.15 del análisis de varianza, se aprecia que los factores en estudio y la interacción correspondiente no muestran significación estadística alguna.

Los coeficientes de variabilidad obtenidos son: 10.85% para parcela y 19.44% para subparcela, respectivamente.

#### **EFFECTOS PRINCIPALES E INTERACCION**

Según la prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad, Cuadro 5.15, se manifiesta que las diferentes comparaciones efectuadas entre las distancias entre golpes así como los diferentes números de plantas por golpe e interacciones muestran un comportamiento estadístico similar.

En la presente característica, no se aprecia influencia alguna de los factores en estudio sobre el número de nódulos por planta, teniendo en cuenta que estos dependen de la acción de la bacteria nitrificantes presentes en el suelo y que por su especificidad con el cultivo instalado favorece la fijación del nitrógeno atmosférico, además es importante anotar que las características del suelo contribuyen a la presencia de las bacterias y su dispersión en él , así mismo el grado de humedad de estos y la presencia de una buena porosidad. Cubero y Moreno (1983)

Cuadro 4.15 Análisis de varianza para Numero de Nódulos por planta

FV	GL	SC	CM	Fc	SIGNIF.
Bloques	3	157.000	52.333	2.75	
Distancia entre golpes (D)	1	10.667	10.667	0.56	NO
Error (a)	3	57.000	19.000		
Número plantas golpe (N)	2	88.083	44.042	0.72	NO
Interacción DxN	2	79.083	39.542	0.65	NO
Error (b)	12	731.500	60.958		
Total	23	1123.333			
CV (a): 10.85%      CV (b): 19.44%					

Cuadro 4.16: Efecto principal Distancia entre golpes, Número de plantas por golpe e interacción sobre Número de nódulos por planta. Prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad.

Número de plantas por golpe	Distancia entre golpes (m.)		Efecto principal Número de plantas por golpe
	0.30m	0.40m	
1 planta/golpe	40.25 a a	35.00 a a	37.63 a
3 planta/golpe	40.50 a a	44.00 a a	42.25 a
4 planta/golpe	41.75 a a	39.50 a a	40.63 a
Efecto principal Número de plantas por golpe	40.83 a	39.50 a	

Letras mayúsculas para comparaciones horizontales, Letras minúsculas para comparaciones verticales

Promedios que tienen la misma letra son estadísticamente iguales, caso contrario son estadísticamente diferentes.

#### 4.10 DÍAS AL INICIO DE FLORACION Y PERIODO VEGETATIVO

De acuerdo al Cuadro 4.17, se visualiza que el inicio de floración de los diferentes tratamientos se inició entre los 35 a 36 días después de la siembra, asimismo, los días a la cosecha de las vainas fluctuó entre los 79 a 82 días después de la siembra.

Se puede manifestar que los factores climáticos como la temperatura, horas de sol y la radiación solar han incidido sobre las fases fenológicas en evaluación teniendo en consideración a las condiciones propias de la zona y temporada de instalación del cultivo además a la expresión varietal del cultivo instalado.

CUADRO 4.17 DÍAS AL INICIO DE FLORACIÓN Y PERIODO VEGETATIVO

Tratamientos			Inicio Floración (Días)	Periodo Vegetativ o (Días)
1. 0.30 m. entre golpes	x 1.0 planta por golpe	(D <sub>1</sub> N <sub>1</sub> )	36	79
2. 0.30 m. entre golpes	x 3.0 planta por golpe	(D <sub>1</sub> N <sub>2</sub> )	36	80
3. 0.30 m. entre golpes	x 4.0 planta por golpe	(D <sub>1</sub> N <sub>3</sub> )	36	80
4. 0.40 m. entre golpes	x 1.0 planta por golpe	(D <sub>2</sub> N <sub>1</sub> )	35	82
5. 0.40 m. entre golpes	x 3.0 planta por golpe	(D <sub>2</sub> N <sub>2</sub> )	36	81
6. 0.40 m. entre golpes	x 4.0 planta por golpe	(D <sub>2</sub> N <sub>3</sub> )	36	82

#### 4.11 ANÁLISIS ECONÓMICO

Según el Cuadro 4.18, se puede establecer que la mejor relación beneficio costo la reporta la interacción 0.30 m. entre golpes x 4.0 planta por golpe ( $D_1N_3$ ) al obtener un valor de 1.21 es decir que por cada sol invertido se gana 1.21 soles.

En orden de importancia económica destaca la interacción 0.30 m. entre golpes x 3.0 planta por golpe ( $D_1N_2$ ) al obtener una relación de 0.89

#### CUADRO 4.18 ANÁLISIS ECONÓMICO

TRATAMIENTOS			Rdto. grano (Kg./ha.)	V.B.P. (S/. ha.)	Costo Produc. (S/. ha.)	Beneficio (S/. / ha.)	Relación B/C
1. 0.30 m. entre golpes	x 1.0 planta por golpe	(D <sub>1</sub> N <sub>1</sub> )	2106.77	5898.96	3519.50	2379.46	0.68
2. 0.30 m. entre golpes	x 3.0 planta por golpe	(D <sub>1</sub> N <sub>2</sub> )	2380.21	6664.59	3519.50	3145.09	0.89
3. 0.30 m. entre golpes	x 4.0 planta por golpe	(D <sub>1</sub> N <sub>3</sub> )	2781.25	7787.50	3519.50	4268.00	1.21
4. 0.40 m. entre golpes	x 1.0 planta por golpe	(D <sub>2</sub> N <sub>1</sub> )	2046.88	5731.26	3519.50	2211.76	0.63
5. 0.40 m. entre golpes	x 3.0 planta por golpe	(D <sub>2</sub> N <sub>2</sub> )	2130.21	5964.59	3519.50	2445.09	0.69
6. 0.40 m. entre golpes	x 4.0 planta por golpe	(D <sub>2</sub> N <sub>3</sub> )	2231.77	6248.96	3519.50	2729.46	0.78
Precio de kilo Frijol loctao (chacra)			:	S/. 2.80 soles			

**Cuadro 4.19 COSTO DE PRODUCCION POR HECTAREA**

RUBRO	UNIDAD	N° UNIDAD	COSTO UNIT. (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
<b>A. GASTOS DIRECTOS</b>				
<b>1. PREPARACIÓN DEL TERRENO</b>				
- Limpieza del campo	Jornal	2	35.00	70.00
- Aradura en seco	Hora/máq.	2	120.00	240.00
- Riego de machaco	Jornal	2	35.00	70.00
- Gradeo	Hora/máq.	2	120.00	240.00
- Surcadura	Hora/máq.	1	100.00	100.00
- Parcelación del campo	Jornal	2	35.00	70.00
				<u>S/. 790.00</u>
<b>2. LABORES CULTURALES</b>				
- Siembra	Jornal	8	35.00	280.00
- Deshierbos manuales (03)	Jornal	6	35.00	210.00
- Desahije	Jornal	4	35.00	140.00
- Cultivo	Tracc.Ani.	1	50.00	50.00
- Aplic. de fertilizante	Jornal	4	35.00	140.00
- Riegos (3)	Jornal	6	35.00	210.00
- Control fitosanitario (2)	Jornal	4	35.00	140.00
- Cosecha manual	Jornal	8	35.00	280.00
				<u>S/. 1,450.00</u>
<b>3. INSUMOS</b>				
- Semilla	Kilos	15	7.00	105.00
- Fertilizante Superfosfato	bolsas	5	150.00	750.00
- Ajo	kilos	10	5.00	50.00
				<u>S/. 905.00</u>
<b>II. GASTOS INDIRECTOS</b>				
- Análisis de suelo	Muestra	1	60.00	60.00
- Imprevistos(10% G.D.)			-	314.50
				<u>S/. 374.50</u>
<b>TOTAL GENERAL:</b>				<u><u>S/.3,519.50</u></u>



## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES

Considerando las condiciones experimentales y agroclimáticas bajo las cuales se desarrolló el presente trabajo de investigación, se concluye lo siguiente:

5. El distanciamiento entre golpes más apropiado para la siembra del frijol loctao, fue el de 0.30 m. que nos permitió obtener un rendimiento de grano de 2422.74 kg/ha.
6. El número de plantas por golpe adecuado para la siembra de frijol loctao fue el de 4 plantas que permitió obtener un rendimiento de grano igual a 2506.51 kg/ha.
7. La interacción de los factores en estudio manifestó influencia significativa sobre la característica de rendimiento de grano, numero de vainas por planta, peso de 100 granos, altura de planta, área foliar.
4. La mejor relación beneficio costo en el presente trabajo de investigación, fue: 0.30 m. entre golpes x 4.0 planta por golpe al obtener un valor de 1.21
5. Las etapas y fases fenológicas evaluadas en el presente trabajo de investigación fueron:

Etapa vegetativa	N° de días después de la siembra
V0 Germinacion:	3
V1. Emergencia:	5
V2. Hojas primarias:	7
V3. Primera hoja trifoliada:	10
V4. Tercera hoja trifoliada:	12
<b>Etapa reproductiva</b>	
R5. Prefloración:	32
R6. Floración:	36
R7. Formación de vainas:	40
R8. Llenado de las vainas:	56
R9. Maduración:	68

## **CAPÍTULO VI**

### **RECOMENDACIONES**

De acuerdo a los resultados experimentales obtenidos, y en similares condiciones agroclimáticas, se recomienda:

1. En siembras de frijol loctao utilizar la distancia entre golpes de 0.30 m. y 3 plantas por golpe.
2. Efectuar investigaciones similares empleando diferentes genotipos de frijol loctao.
3. Efectuar trabajos similares en diferentes épocas de siembra.

## **CAPÍTULO VII**

### **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

- 1) Acosta, G. J. A., and J. W. White. 1995. Phenological plasticity as an adaptation by common bean to rainfed environments. Crop Sci. 35: 199-204
- 2) Acosta, G. J. A., P. Vargas V., and J. W. White. 1996a. Effect of sowing date on the growth and seed yield of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in highland environments. Field Crops Res. 49: 1-10
- 3) . Asian Vegetable Research and Development Center (AVRDC). 2012. Mung bean. Asian Vegetable Research and Development Center - The World Vegetation Center. Disponible en: [http://www.avrdc.org/index.php?id=416&no\\_cache=1&sword\\_list \[=vean](http://www.avrdc.org/index.php?id=416&no_cache=1&sword_list[]=vean)
- 4) . Bravo, C. C. M. y Tealdi, J. (2015) Análisis de la incorporación de cultivos especiales en esquemas de rotación de productores en el norte de Córdoba. Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad Nacional de Córdoba – Argentina. Área de consolidación Gestión de la Producción de Agroalimentos
- 5) Bruno, H. J. 1990. Leguminosas alimenticias. Editorial "FRAELE" S.A. Lima, Perú. 136 p.
- 6) Castillo, E. Y F. Castellví. 2001. Agrometeorología. Ed. MundiPrensa.Madrid, España, 517 p.
- 7) Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. 1983. Etapas de desarrollo de la planta de frijol común. Guía de Estudio para ser usada como complemento de la unidad audiotutorial sobre el mismo tema. Cali, Colombia.

- 8) Chaves, J. (2001). Interacción de genotipos con ambientes. Recursos genéticos e melhoramento-plantas. (Eds) Lourenço Nass, Afonso Celso Candelaria Valois. Fundação MT. P673-713.
- 9) Chiappe, L. 1979. Cultivos alimenticios I: Leguminosas. Universidad Nacional Agraria. La Molina. Lima, Perú. 118p.
- 10) Chunga, P. Al. (2011), Efecto del número de plantas por sitio y su ubicación de siembra en el surco sobre la capacidad productiva del frijol loctao (Phaseolus aureus Roxb) Var. Vista Florida. Tesis. Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de Piura. Perú.
- 11) Cubero, J. I., Moreno, M. T. (1983). Las Leguminosas de grano en la agricultura moderna. Mundi Prensa.
- 12) CONABIO. 2009. Catálogo taxonómico de especies de México. 1. In Capital Nat. México. CONABIO, Mexico City.
- 13) Davis, D. W.; E. A. Oelke; E. S. Oplinger; J. D. Doll; C. V. Hanson & D. H. Putnam. 1991. Alternative: Field Crops Manual Cowpea. University of Wisconsin-Extension Cooperative Extension University of Minnesota. Center for Alternative plant & Animal Products and the Minnesota Extension Service. USA. 8 p.
- 14) FAO. 1991. Leguminosas forrajeras tropicales. Editado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 707 p.
- 15) Fernández, F., P. Gepts y M. López. 1985. Etapas de desarrollo en la planta de fríjol (*Phaseolus vulgaris* L.) p. 61-78 En: López, M. F. Fernández y A. Shoonhoven (eds). En Fríjol: Investigación y producción. CIAT. Cali, Colombia. p. 61-78.

- 16) Fernández, A. L., Marzo, L., Román, J., Díaz, M. y Santidrián, S. (1995) Efecto hipocolesterolemiante de las leguminosas. Departamentos de Cardiología y Cirugía Cardiovascular, Pediatría y Fisiología Humana. Clínica Universitaria. Facultad de Medicina. Universidad de Navarra. Departamento de Producción Agraria. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Pública de Navarra.
- 17) Gonzales, M. (2001). Interacción Genotipo x ambiente en guisante *Pisumsativum*. Tesis de Doctorado: Universidad de Valladolid, España.
- 18) González, E. 1988. Efecto de distancias de siembra sobre el rendimiento y sus componentes asociados en el frijol mungo (*Vigna radiata* (L.) Wilczek). Tesina de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Maracay, Venezuela. Disponible en: <http://www.eeaoc.org.ar/mobile/av35-2/v35n2a08.html>. Consultado el: 08/03/15
- 19) Infante, N., Madriz, P. y González, T. (2003) Fases de desarrollo y componentes del rendimiento de tres cultivares de fríjol mungo (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) en Maracay, estado Aragua, Venezuela. Tesis de grado de la primera autora, como requisito para optar al título de Ingeniero Agrónomo; mención Fitotecnia. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía, UCV. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía.
- 20) Isely, D. 1990. Leguminosae (Fabaceae). 3(2): xix, 1–258. In Vasc. Fl. S.E. U. S.. The University of North Carolina Press, Chapel Hill.
- 21) Jiménez, O. F. 1988. Necesidades hídricas de los cultivo. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Programa Manejo Integrado de Recursos Naturales. Turrialba. Costa Rica. 34 p

- 22) Peláez, N. y A. Maluenga. 2000. Evaluación fenológica de ocho genotipos de frijol mungo (*Vigna radiata* (L.) Wilczek), en dos localidades del estado Portuguesa. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, Departamento de Agronomía, Maracay. 68 p.
- 23) Tapia, B. H. y Camacho, H. A. (1988). Manejo Integrado de la Producción de Frijol basado en labranza cero. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit. Managua. Nicaragua. 181 p.
- 24) Kay, E. 1998. Legumbres alimenticias. Editorial ACRIBA S.A. Zaragoza, España. 437 p.
- 25) Lobo, M. 2002. Papel de la variabilidad genética en el desarrollo de los frutales andinos como alternativa productiva. En: Memorias. 3er Seminario de Frutales de Clima Frío Moderado. Centro de Desarrollo Tecnológico de Frutales, Manizales.
- 26) López, C. J. R. (2013). Densidad de siembra. *Revista El Cafetal*, abril 2013. Disponible en: <https://www.anacafe.org/glifos/index.php/16TEC:Densidad-de-siembra>
- 27) Masaya, P., and J. W. White. (1991). Adaptation to photoperiod and temperature. In: Common Beans. Research for Crop Improvement. van Schoonhoven A. and O. Voysest (eds.), CAB Int. CIAT, Colombia. pp: 445-500.
- 28) Mateo, J. M. (1961). Leguminosas de grano. Colección Agrícola Salvat. Barcelona, España. 286 p.
- 29) Merino, S. P. (2011) Efecto de dos métodos y tres densidades de siembra en el comportamiento del frijol loctao (*Vigna radiata* (L.) Wilcz) en Tingo María. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María – Perú. Recuperado de: <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/493>

- 30) Ministerio de Agricultura. 2016. Anuario estadístico de la Producción Agrícola y Ganadera 2016. Recuperado de  
[http://siea.minagri.gob.pe/siea/sites/default/files/anuario\\_produccion\\_agricola\\_ganadera2015.pdf](http://siea.minagri.gob.pe/siea/sites/default/files/anuario_produccion_agricola_ganadera2015.pdf)
- 31) Oplinger, LL Hardman, AR Kaminski, SM Peines, y JD Muñeca, 1997. Alternative Field Crops Manual, FrijolMungo. Recuperado de:  
<http://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/mungbean.html>. Jayne Gentry, 2010. Mungbean management guide.
- 32) Ortega, S. (1985). Fenología agrícola. Lima, Perú.
- 33) Palomino, R. P. I. (2015) Fenología e influencia térmica en Pallar Bebe (Phaseolus lunatus L.) y Frijol Castilla (Vigna unguiculata L. Walp) en diferentes épocas de siembra en La Molina. Tesis. Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú
- 34) Quillatupa, C. 2009. Caracterización de las fases fenológicas, determinación de unidades de calor y rendimiento de 16 genotipos de quinua (Chenopodium quinoa Willd) en condiciones de La Molina. Tesis Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima-Perú.
- 35) Rosales, S. R., Ochoa, M. R. y Acosta, G. J. A. (2001). Fenología y rendimiento del frijol en el altiplano de México y su respuesta al Fotoperiodo. Agrociencia, vol. 35, núm. 5, septiembre-octubre, 2001, pp. 513-523 Colegio de Postgraduados Texcoco, México. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/302/30235505.pdf>
- 36) Salinas, R. K. A. (2014) “Efecto combinatorio de la ubicación de la semilla en el surco y del número de plantas por sitio en la producción de frijol loctao (Phaseolus aureus Roxb) Var. Jumbo. Valle del Medio Piura. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Piura – Perú.

- 37) Urbina, Ch. M. C. (2015) “Evaluación de la producción de grano seco del frijol loctao (*Vigna radiata* L. 1753) bajo el efecto del distanciamiento de siembra y del número de plantas por golpe. Valle del Medio Piura. Dpto. Piura – Perú. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Piura – Perú.
- 38) Ventura, E. R. (1991). Fenología y Fenometría de una Variedad y una Línea de Frijol (*Phaseolus vulgaris*) en la Zona Occidental de El Salvador. AGRONOMÍA MESOAMERICANA 2: 56-60. 1991. Trabajo presentado en la XXXVI Reunión Anual del PCCMCA. San Salvador, El Salvador. marzo 1990.
- 39) White, J. W. 1985. Conceptos básicos de Fisiología del frijol. Ing. López, M.I. Fernández., A Van Schoonhoven (ed). Frijol: Investigación y Producción. CIAT. Cali. Colombia, p. 43.60.
- 40) Wikipedia.org (s.f.) El frijol loctao. Disponible en:  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Vigna\\_radiata](https://es.wikipedia.org/wiki/Vigna_radiata)
- 41) Yurivilca, C. 1998. Efecto de la fertilización NPK en el rendimiento de frijol chino (*Vigna radiata* (L.) Wilcz) y en la calidad organoléptica del germinado. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú.



# ANEXO

Anexo 01: Rendimiento de grano (Kg/área cosechable:  $6 \times 1.60 = 9.60 \text{ m}^2$ )

BLOQUES	0.30m entre golpes			PARCELA	0.40m entre golpes			PARCELA	TOTAL
	1 planta/golpe	3 planta/golpe	4 planta/golpe		1 planta/golpe	3 planta/golpe	4 planta/golpe		
I	2.10	2.21	2.56	6.87	1.74	2.10	2.13	5.97	12.84
II	1.98	2.34	2.70	7.02	2.16	2.16	2.40	6.72	13.74
III	2.15	2.18	2.84	7.17	2.13	1.94	2.16	6.23	13.40
IV	1.86	2.41	2.58	6.85	1.83	1.98	1.88	5.69	12.54
$\Sigma D \times N$	8.09	9.14	10.68	27.91	7.86	8.18	8.57	24.61	52.52
PROM	2.02	2.29	2.67	2.33	1.97	2.05	2.14	2.05	2.19
$\Sigma D$	D1	27.91			D2	24.61			
PROM		2.33				2.05			
$\Sigma N$	V1	15.95	V2	17.32	V3	19.25			
PROM		1.99		2.17		2.41			

Anexo 02: Rendimiento de Grano (Kg/ha)

BLOQUES	0.30m entre golpes			PARCELA	0.40m entre golpes			PARCELA	TOTAL
	1 planta/golpe	3 planta/golpe	4 planta/golpe		1 planta/golpe	3 planta/golpe	4 planta/golpe		
I	2,188	2,302	2,667	7156.25	1,813	2,188	2,219	6218.75	13375.00
II	2,063	2,438	2,813	7312.50	2,250	2,250	2,500	7000.00	14312.50
III	2,240	2,271	2,958	7468.75	2,219	2,021	2,250	6489.58	13958.33
IV	1,938	2,510	2,688	7135.42	1,906	2,063	1,958	5927.08	13062.50
$\Sigma D \times N$	8427.08	9520.83	11125.00	29072.92	8187.50	8520.83	8927.08	25635.42	54708.33
PROM	2106.77	2380.21	2781.25	2422.74	2046.88	2130.21	2231.77	2136.28	2279.51
$\Sigma D$	D1	29072.92			D2	25635.42			
PROM		2422.74				2136.28			
$\Sigma N$	V1	16614.58	V2	18041.67	V3	20052.08			
PROM		2076.82		2255.21		2506.51			

Anexo 03: Número de Vainas por Planta

<b>BLOQUES</b>	0.30m entre golpes			<b>PARCELA</b>	0.40m entre golpes			<b>PARCELA</b>	<b>TOTAL</b>
	1 planta/golpe	3 planta/golpe	4 planta/golpe		1 planta/golpe	3 planta/golpe	4 planta/golpe		
<b>I</b>	68	54	48	170.00	52	46	42	140.00	310.00
<b>II</b>	56	58	52	166.00	46	54	40	140.00	306.00
<b>III</b>	72	60	62	194.00	50	48	42	140.00	334.00
<b>IV</b>	64	73	68	205.00	53	50	38	141.00	346.00
<b>ΣDxN</b>	260.00	245.00	230.00	735.00	201.00	198.00	162.00	561.00	1296.00
<b>PROM</b>	65.00	61.25	57.50	61.25	50.25	49.50	40.50	46.75	54.00
<b>Σ D</b>	<b>D1</b>	735.00			<b>D2</b>	561.00			
<b>PROM</b>		61.25				46.75			
<b>Σ N</b>	<b>V1</b>	<b>461.00</b>	<b>V2</b>	<b>443.00</b>		<b>V3</b>	<b>392.00</b>		
<b>PROM</b>		57.63		55.38			49.00		

Anexo 04: Número de Grano por Vaina

<b>BLOQUES</b>	0.30m entre golpes			<b>PARCELA</b>	0.40m entre golpes			<b>PARCELA</b>	<b>TOTAL</b>
	1 planta/golpe	3 planta/golpe	4 planta/golpe		1 planta/golpe	3 planta/golpe	4 planta/golpe		
<b>I</b>	12	12	12	36.00	12	12	10	34.00	70.00
<b>II</b>	12	11	12	35.00	12	12	10	34.00	69.00
<b>III</b>	12	10	12	34.00	12	12	12	36.00	70.00
<b>IV</b>	12	12	12	36.00	12	12	12	36.00	72.00
<b>ΣDxN</b>	48.00	45.00	48.00	141.00	48.00	48.00	44.00	140.00	281.00
<b>PROM</b>	12.00	11.25	12.00	11.75	12.00	12.00	11.00	11.67	11.71
<b>Σ D</b>	<b>D1</b>	141.00			<b>D2</b>	140.00			
<b>PROM</b>		11.75				11.67			
<b>Σ N</b>	<b>V1</b>	<b>96.00</b>	<b>V2</b>	<b>93.00</b>		<b>V3</b>	<b>92.00</b>		
<b>PROM</b>		12.00		11.63			11.50		

Anexo 05: Peso de 100 Granos (g)

<b>BLOQUES</b>	0.30m entre golpes			<b>PARCELA</b>	0.40m entre golpes			<b>PARCELA</b>	<b>TOTAL</b>
	1 planta/golpe	3 planta/golpe	4 planta/golpe		1 planta/golpe	3 planta/golpe	4 planta/golpe		
<b>I</b>	5.46	5.22	5.13	15.81	5.30	5.16	5.30	15.76	31.57
<b>II</b>	5.61	5.48	5.10	16.19	5.10	5.12	5.10	15.32	31.51
<b>III</b>	5.38	5.30	5.20	15.88	5.22	5.18	5.10	15.50	31.38
<b>IV</b>	5.46	5.24	5.18	15.88	5.26	5.20	5.08	15.54	31.42
<b>ΣDxN</b>	21.91	21.24	20.61	63.76	20.88	20.66	20.58	62.12	125.88
<b>PROM</b>	5.48	5.31	5.15	5.31	5.22	5.17	5.15	5.18	5.25
<b>Σ D</b>	<b>D1</b>	63.76			<b>D2</b>	62.12			
<b>PROM</b>		5.31				5.18			
<b>Σ N</b>	<b>V1</b>	<b>42.79</b>	<b>V2</b>	<b>41.90</b>		<b>V3</b>	<b>41.19</b>		
<b>PROM</b>		5.35		5.24			5.15		

Anexo 06: Altura de Planta (cm)

<b>BLOQUES</b>	0.30m entre golpes			<b>PARCELA</b>	0.40m entre golpes			<b>PARCELA</b>	<b>TOTAL</b>
	1 planta/golpe	3 planta/golpe	4 planta/golpe		1 planta/golpe	3 planta/golpe	4 planta/golpe		
<b>I</b>	86.24	84.10	83.10	253.44	82.18	81.00	82.14	245.32	498.76
<b>II</b>	90.16	92.00	88.10	270.26	86.14	86.10	84.32	256.56	526.82
<b>III</b>	84.32	90.16	86.31	260.79	80.30	84.32	76.17	240.79	501.58
<b>IV</b>	94.00	88.10	88.42	270.52	84.18	80.12	81.53	245.83	516.35
<b>ΣDxN</b>	354.72	354.36	345.93	1055.01	332.80	331.54	324.16	988.50	2043.51
<b>PROM</b>	88.68	88.59	86.48	87.92	83.20	82.89	81.04	82.38	85.15
<b>Σ D</b>	<b>D1</b>	1055.01			<b>D2</b>	988.50			
<b>PROM</b>		87.92				82.38			
<b>Σ N</b>	<b>V1</b>	<b>687.52</b>	<b>V2</b>	<b>685.90</b>		<b>V3</b>	<b>670.09</b>		
<b>PROM</b>		85.94		85.74			83.76		

Anexo 07: Área Foliar por Planta (dm<sup>2</sup>)

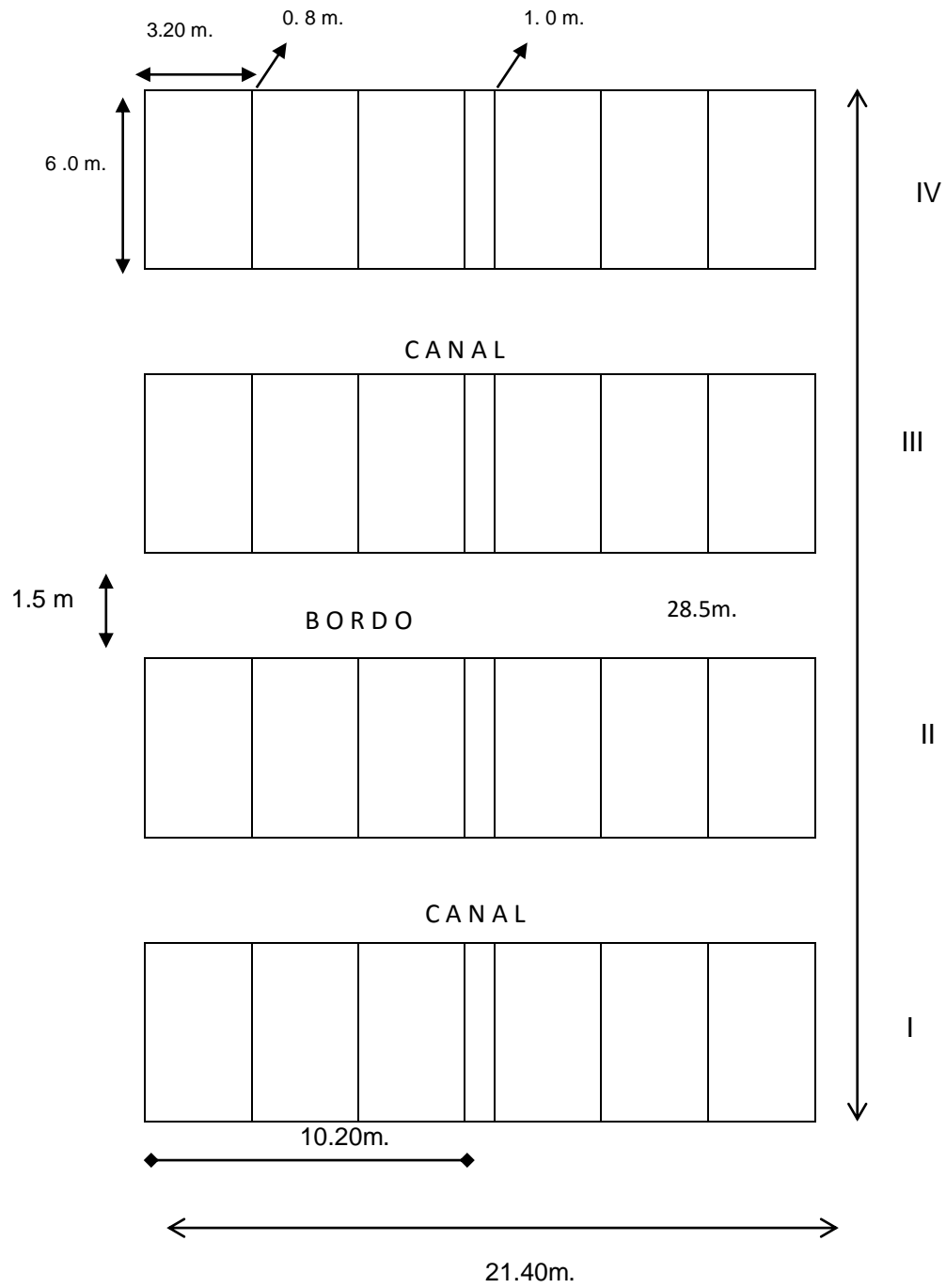
<b>BLOQUES</b>	0.30m entre golpes			<b>PARCELA</b>	0.40m entre golpes			<b>PARCELA</b>	<b>TOTAL</b>
	1 planta/golpe	3 planta/golpe	4 planta/golpe		1 planta/golpe	3 planta/golpe	4 planta/golpe		
<b>I</b>	34.38	32.14	36.41	102.93	32.16	26.14	24.61	82.91	185.84
<b>II</b>	36.18	34.71	38.22	109.11	28.41	28.48	22.81	79.70	188.81
<b>III</b>	41.34	36.26	39.14	116.74	30.18	31.14	20.14	81.46	198.20
<b>IV</b>	42.12	38.18	38.60	118.90	26.12	28.10	22.28	76.50	195.40
<b>ΣDxN</b>	154.02	141.29	152.37	447.68	116.87	113.86	89.84	320.57	768.25
<b>PROM</b>	38.51	35.32	38.09	37.31	29.22	28.47	22.46	26.71	32.01
<b>Σ D</b>	<b>D1</b>	447.68			<b>D2</b>	320.57			
<b>PROM</b>		37.31				26.71			
<b>Σ N</b>	<b>V1</b>	<b>270.89</b>	<b>V2</b>	<b>255.15</b>		<b>V3</b>	<b>242.21</b>		
<b>PROM</b>		33.86		31.89			30.28		

Anexo 08: Número de Módulos por Planta

<b>BLOQUES</b>	0.30m entre golpes			<b>PARCELA</b>	0.40m entre golpes			<b>PARCELA</b>	<b>TOTAL</b>
	1 planta/golpe	3 planta/golpe	4 planta/golpe		1 planta/golpe	3 planta/golpe	4 planta/golpe		
I	46	38	41	125.00	35	46	46	127.00	252.00
II	34	40	36	110.00	42	38	26	106.00	216.00
III	51	38	48	137.00	38	42	38	118.00	255.00
IV	30	46	42	118.00	25	50	48	123.00	241.00
<b>ΣDxN</b>	161.00	162.00	167.00	490.00	140.00	176.00	158.00	474.00	964.00
<b>PROM</b>	40.25	40.50	41.75	40.83	35.00	44.00	39.50	39.50	40.17
<b>Σ D</b>	<b>D1</b>	490.00			<b>D2</b>	474.00			
<b>PROM</b>		40.83				39.50			
<b>Σ N</b>	<b>V1</b>	<b>301.00</b>	<b>V2</b>	<b>338.00</b>		<b>V3</b>	<b>325.00</b>		
<b>PROM</b>		37.63		42.25			40.63		



**Anexo 09: DIMENSIONES DEL CAMPO EXPERIMENTAL**



## Anexo 10: ALEATORIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

D <sub>1</sub>			D <sub>2</sub>		
N <sub>3</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>1</sub>		N <sub>1</sub>	N <sub>3</sub>

D <sub>2</sub>			D <sub>1</sub>		
N <sub>2</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>3</sub>		N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>

D <sub>1</sub>			D <sub>2</sub>		
N <sub>1</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>2</sub>		N <sub>3</sub>	N <sub>2</sub>

D <sub>1</sub>			D <sub>2</sub>		
N <sub>2</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>3</sub>		N <sub>3</sub>	N <sub>1</sub>

## IMÁGENES DEL CULTIVO EXPERIMENTAL



Foto 01: Semilla de frijol loctao Var. Jumbo



Foto 02: Labor de siembra



Foto 03: Emergencia del frijol loctao



Foto 04: Hojas cotiledonales y hojas primarias



Foto 05: Hojas primarias del frijol loctao.





Foto 06: Botoneo floral



Foto 06: Inicio de floración Frijol Loctao Vista Florida



Foto 07: Floración e inicio de fructificación Frijol Loctao Motupe



Foto 08: Formación de vainas. Frijol Loctao Motupe



Foto 09: Fructificación completa. Frijol Loctao Vista Florida



Foto 10: Llenado de vainas e inicio de maduración



Foto 11: Evaluación de nódulos en sistema radicular



Foto 12: Maduración de vainas de frijol loctao



Foto 13: Vista de grano en vaina madura de frijol loctao





Foto 14: Secado de material cosechado de frijol loctao



Foto 15: Vaina y grano seco de frijol loctao



Foto 16: Grano cosechado





Foto 17: Campo cultivado



Foto 18: Frijol Locto Var. Vista Florida



Foto 19: Frijol loctao Var. Motupe



Download from  
Dreamstime.com  
This watermark comp image is for previewing purposes only.

19723628  
Kokodril | Dreamstime.com



Download from  
Dreamstime.com  
This watermark comp image is for previewing purposes only.

19077598  
Neverm | Dreamstime.com



Download from  
Dreamstime.com  
This watermark comp image is for previewing purposes only.

8374055  
Alexan24 | Dreamstime.com

Foto 20: Proceso de germinación y emergencia